超高強度繊維補強コンクリートに関する小委員会

報告書

平成２６年１１月

北海道土木技術会　コンクリート研究委員会

超高強度繊維補強コンクリートに関する小委員会

報告書

平成２６年１１月

北海道土木技術会　コンクリート研究委員会

超高強度繊維補強コンクリートに関する小委員会

委 員 構 成

委 員 長	上田　多門	北海道大学大学院工学研究院
副委員長	横田　　弘	北海道大学大学院工学研究院
委　　員	※池田　　隆	鹿島建設株式会社
	石川　雅人	株式会社ドーコン
	一宮　利通	鹿島建設株式会社
	※市橋　俊夫	大成建設株式会社
	※井上　雅弘	株式会社ドーコン
	太田　哲司	株式会社ネクスコ・エンジニアリング北海道
	川村　　力	北海道旅客鉄道株式会社
	※木村　和之	株式会社構研エンジニアリング
	小森　暢行	日本工営株式会社
	斎藤　　勉	成和コンサルタント株式会社
	佐々木一成	株式会社大林組
	高橋　宏明	ドーピー建設工業株式会社
	※島多　昭典	独立行政法人土木研究所　寒地土木研究所
	（任期　2013 年 10 月～　）	
	※田口　史雄	独立行政法人土木研究所　寒地土木研究所
	（任期　　～2013 年９月）	
	※中田　泰広	株式会社ドーコン
	中村麻里亜	いであ株式会社
	芳賀　康博	株式会社大林組
	長谷川　正	株式会社長大
	三上　智史	日本高圧コンクリート株式会社
	武者　浩透	大成建設株式会社
	吉野　伸一	株式会社北海道ジェイアール・コンサルタンツ
オブザーバー	甲斐　　明	国土交通省　北海道開発局　建設部
	渡辺　　亮	北海道　建設部

（注）五十音順・敬称略。所属は当時のもの

※　幹事

超高強度繊維補強コンクリートに関する小委員会　報告書

目　　次

ページ

１．はじめに…… 1- 1

２．ＵＦＣの概要：超高強度繊維補強コンクリートとは…… 2- 1

2.1　超高強度繊維補強コンクリート（ＵＦＣ）とは …… 2- 1

2.1.1　繊維補強コンクリートにおけるＵＦＣの位置づけ …… 2- 1

2.1.2　ＵＦＣと従来コンクリートの比較 …… 2- 2

2.1.3　ＵＦＣの原材料構成 …… 2- 3

2.1.4　ＵＦＣの適用指針 …… 2- 5

2.1.5　日本におけるＵＦＣ材料 …… 2- 6

2.2　ＵＦＣの特性 …… 2- 9

2.2.1　練混ぜ時の特徴 …… 2- 9

2.2.2　フレッシュ性状 …… 2- 9

2.2.3　ＵＦＣの強度特性 …… 2- 9

2.2.4　ＵＦＣの耐久性（ＵＦＣ指針より） …… 2-10

2.2.5　構造物への適用を考慮した際のＵＦＣ特性のまとめ …… 2-12

2.3　ＵＦＣを用いた事例 …… 2-16

2.3.1　コンクリート２次製品を用いた事例 …… 2-16

2.3.2　建築構造物 …… 2-18

2.3.3　土木構造物 …… 2-19

３．可能性が期待される用途 ･･ 3- 1
3.1　概説 ･･ 3- 1
3.2　対象構造物 ･･ 3- 1
3.3　評価項目 ･･ 3- 3
3.4　評価方法 ･･ 3- 3
3.4.1　個別評価 ･･ 3- 3
3.4.2　総合評価 ･･ 3- 5
3.5　評価一覧表および個別評価表 ･･ 3- 6

４．有用性が期待できる橋梁上部工試設計 ･･････････････････････････････････ 4- 1
4.1　概説 ･･ 4- 1
4.2　構造形状設定背景 ･･ 4- 2
4.3　試設計において直面した課題と全体構造決定経緯 ･･････････････････････ 4- 3
4.3.1　直面した課題 ･･ 4- 3
4.3.2　断面形状決定経緯 ･･ 4- 3
4.4　ＵＦＣを使った梁構造の曲げ耐力特性 ････････････････････････････････ 4- 5
4.4.1　曲げ耐力算定上の基本事項 ･･ 4- 5
4.4.2　ＵＦＣ床版の曲げ耐力算定手法 ････････････････････････････････････ 4- 7
4.4.3　全体系（橋軸方向）の曲げ耐力特性 ････････････････････････････････ 4- 8
4.5　ＵＦＣ橋梁試設計 ･･ 4- 9
4.5.1　設計概要 ･･ 4- 9
4.5.2　床版の設計 ･･ 4-12
4.5.3　主桁の設計 ･･ 4-14
4.6　ＵＦＣ以外の構造案 ･･ 4-17
4.6.1　コンクリート橋案 ･･ 4-17
4.6.2　鋼橋案 ･･ 4-18
4.6.3　コスト比較 ･･ 4-19

５．ＵＦＣの特性を徹底利用した設計例 ･･････････････････････････････････ 5- 1

６．今後の展望 ･･ 6- 1

1.　はじめに

超高強度繊維補強コンクリート（Ultra High Performance Fiber Reinforced Concrete, UFC）はフランス発の技術であり，国内外で適用事例がある．日本には1999 年に導入されて以来，橋梁を中心に36の適用事例があり，適用数としては世界をリードしている．事例数は構造物のみの数であるが，新設だけでなく，既設構造物の補修補強も含まれている，その背景には，UFCに関する土木学会コンクリート委員会の設計・施行指針の発刊や土木学会技術推進機構の技術評価がある．

しかしこれまでの適用事例数は多いとは言えず，大きな原因は，建設時の初期コスト（材料，運搬，架設費）が高いことにある．一方で，インフラの長寿命化が求められる昨今，高強度に加えて中性化，塩害，凍害等に対して高い耐久性を有する本技術は大きな可能性を有している．2002 年10 月に竣工した酒田みらい橋は，10 年経過後の性能検証調査において長期的な強度ならびに遮塩性に優れるなど，長期耐久性も確認されている．また，ライフサイクルコスト（LCC）においては，初期コストの差以上の便益も期待できることから，UFCの優位性が明確な環境において比較検討の対象とし，試行的に適用を重ねることがUFCの普及のみならず，社会資本のメンテナンスコスト削減にも寄与すると考えられる．

本小委員会は，2011 年度に設計仕様小委員会の中に設置されたワーキングを基に翌12 年度に設立された．活動の目的は，UFCに関する情報収集や北海道における適用性等の検討であり，①適用可能性評価と②試設計 の2つのテーマのワーキンググループを設置して取り組んできた本報告書は，その成果をまとめたものである．

2章では，UFCの定義，特性，適用事例を紹介し，3章では，可能性が期待される用途と題して，これまでの適用事例に拘らず多種にわたる構造物，部材へのUFCの適用性を検討し，橋梁以外に水路トンネル，開水路，壁高欄，耐震壁，ルーバー，エクステリア，ストラット，補強土壁といった土木・建築物への適用性の高さを示している．4章では，有効性が期待できる橋梁上部工の試設計例を通して，桁高制限のある場合に，LCCにおいて比較対象の従来型橋梁形式より安価になりうることを示している．また，この試設計例においては，従来にない維持管理の容易な新たな構造形式が示されていることが特筆される．5章では，4章と異なり，現行の設計規則に拘らない斬新な構造形式として，雪国である北海道に適したダブルデッキのトラス構造の自転車・歩行者用の横断橋をパースを用いて紹介している．そして，最後の6章では，今後UFCの適用を進めていくための課題として，安全側すぎる可能性のある現行設計法の改善，UFCの3Rの視点での検討，現行より安価なUFCの開発といった点が述べられている．

これまでの本小委員会の取り組みを通じて，UFCという技術の特徴を活かした適用の可能性について整理し，示すことができたと考えている．

個別の構造物の建設・維持管理計画を検討する際に，各発注機関等で定めている従前の指針類に沿って調査・設計を進め，最適な施工方法を決定することは，基本中の基本であるが，条件によっては，これに応じた新たな技術を取り入れることでメリットが生じるケースがある．北海道内の各発注機関の担当者や設計に関わる技術者が，本報告書の情報を参考に，先ずは試験的に現場状況や環境条件に応じた新技術の導入可能性を検討することにより，当該構造物のメンテナン

スコスト削減に貢献できる可能性がある．さらに，この事例が積み重なることにより，新たな知見が期待できるとともに，発注機関の指針類への反映や，設計・施工技術の向上が期待される．

また，本委員会における議論に限らないが，最近のマニュアル重視，業務効率化，責任明確化の流れの中で，技術者が新たな技術の導入に後ろ向きになっている状況がうかがえる．技術者，技能者のモチベーションの確保のためにも，UFCという新たな技術の試行を通じて明らかになる課題やデメリットを共有しつつ，優位性のある箇所において積極的に活用していく姿勢が望まれる．その積み重ねが土木技術の発展，インフラ管理の効率化に寄与することが期待される．

そのためにも，本小委員会に参画した委員のみならず，産学官の関係者に広く本報告書を活用していただくことを期待するものである．

平成 26 年 11 月

超高強度繊維補強コンクリートに関する小委員会
委員長　　上田　多門

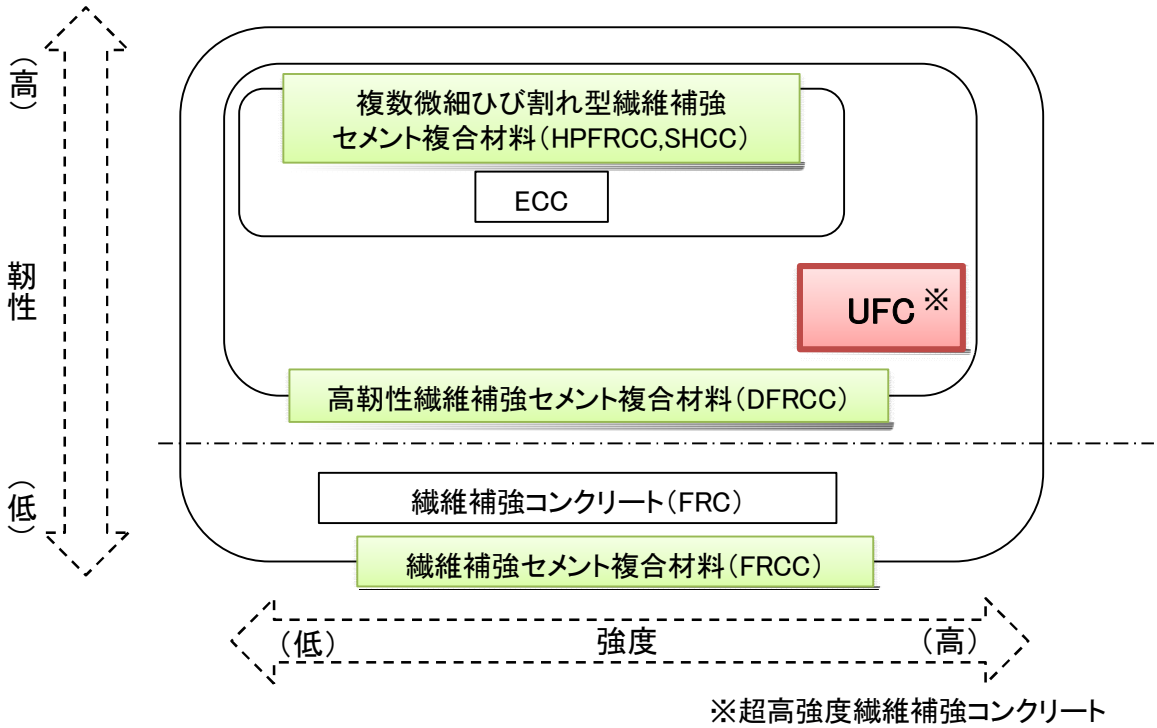
2.　ＵＦＣの概要：超高強度繊維補強コンクリートとは

2.1　超高強度繊維補強コンクリート（ＵＦＣ）とは

超高強度繊維補強コンクリート（Ultra-high strength Fiber reinforced Concrete，通称 UFC）は，1980 年代から欧州で反応性粉体コンクリート（Reactive Powder Concrete: RPC）として開発が進められ，2000 年頃に日本に技術導入された材料である．圧縮強度 200N/mm² というその当時では他に例を見ない超高強度レベルと抜群の耐久性を有し，繊維補強によって靭性を確保しているため UFC で製作された部材には原則として鉄筋を使用しないなど，鉄筋コンクリートに繊維を加えた従来の繊維補強コンクリートとは全く異なった思想で開発された高性能コンクリートと言える．その後，日本での材料開発と技術開発が進み，数種類の日本版 UFC 材料が登場するとともに，埋設型枠や補修用パネルなどのコンクリート 2 次製品や，橋梁を中心とした数多くの構造物に適用されており，現在では UFC 構造物の実績数や UFC 使用数量，UFC の各種技術の面において世界を凌駕するほど，日本の UFC 技術は進化を遂げている．

2.1.1　繊維補強コンクリートにおけるＵＦＣの位置づけ

繊維補強セメント系材料を強度と靭性に着目して分類した図を以下に示す．この図において UFC は，高靭性繊維補強セメント複合材料（DFRCC）に分類され，強度が高く，ひび割れ後にひずみ硬化傾向を示す材料とされている．



図－2.1.1　繊維補強セメント系複合材料の強度および靭性に着目した分類の例

出典「土木学会：複数微細ひび割れ型繊維補強セメント複合材料　設計施工指針（案），コンクリートライブラリー127, 2007」に対して UFC 範囲を修正

2.1.2　ＵＦＣと従来コンクリートの比較

表－2.1.1 に UFC と従来の普通コンクリートの配合，材料の設計値，耐久性の観点から比較した表を示す.

表－2.1.1　UFC と従来の普通コンクリートの比較

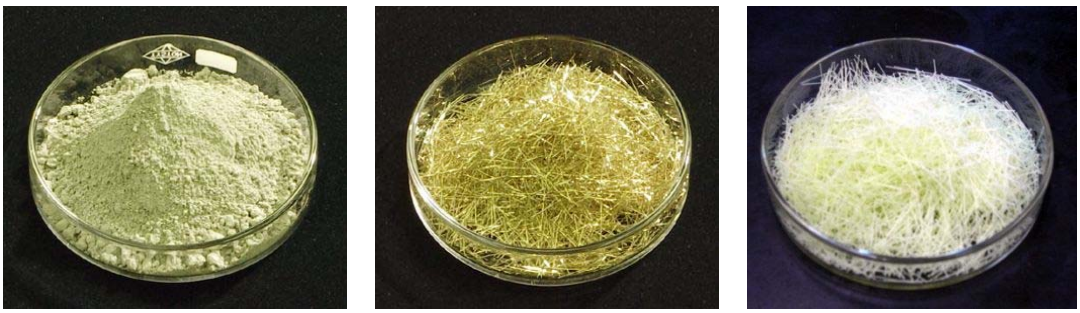
		UFC(鋼繊維配合※)	普通コンクリート
配合	概要	UFCでは，粗骨材は使用されない。 水結合材比を15%程度として高い圧縮強度を得ている。 補強用繊維を混入することにより，引張強度およびじん性を高めている。	
	結合材	専用の結合材	ポルトランドセメント
	骨材	専用の細骨材	細骨材，粗骨材
	水結合材比	15%程度	40～60%
	補強用繊維	長さ15～22mm，直径0.2mm程度の鋼繊維	―
材料の設計値	概要	180N/mm^{2}以上という高い圧縮強度を有する。 引張を考慮した設計が可能であり，設計値としてひび割れ発生強度および引張強度が定義されている。 自己収縮は大きいが，乾燥収縮は小さい。 クリープ係数は普通コンクリートの半分以下である。	
	圧縮強度	180N/mm^{2}以上	18～40N/mm^2
	ひび割れ発生強度 (割裂試験より)	8N/mm^{2}以上	1～2N/mm^{2}程度
	引張強度	8.8N/mm^{2}以上	―
	ヤング係数	45～50kN/mm^2	22～31kN/m^2
	ポアソン比	0.2	0.2
	熱膨張係数	13×10^{-6}/℃程度	10×10^{-6}/℃程度
	収縮	自己収縮：400～1000×10^{-6} 乾燥収縮：50×10^{-6}程度	500～1000×10^{-6}
	クリープ係数	0.4～0.8	2.5程度
耐久性	概要	UFCは組織が緻密で耐久性が高いため，耐久性の照査を省略することができる。	
	中性化速度	中性化しない	√t(時間)に比例して中性化が進行する
	塩化物イオン拡散係数	0.002cm^2/年程度	0.14～0.9cm^2/年
	凍結融解試験後の相対動弾性係数	100%	60～90%
	化学的侵食	強酸・強アルカリでなければ耐久性が高い	受けやすい
	耐火性	火に炙られると表面に爆裂現象が生じる	ある程度の耐火性能がある

※：ここでは、鋼繊維配合のUFCを比較の対象とする

2.1.3　ＵＦＣの原材料構成

ここでは，UFC に用いられている原材料を，代表的な UFC 材料である「ダクタル」を用いて説明する．

UFC（ダクタル）は，UFC 反応性粉体，細砂，減水剤および繊維から構成されている．UFC 反応性粉体および細砂は，その超高強度や緻密性を確保するために調整され，水セメント比（W/C）は約 22%であるが，セメント以外にシリカフュームのような反応性粉体が配合されていることから，水結合材比（W/B）は約 14%と極めて少ない単位水量である．その単位水量でも UFC の練混ぜを可能とし，さらには高流動性をも確保するために，専用の高性能減水剤が用いられる．



粉体　　鋼繊維　　有機繊維

※繊維はどちらか 1 種類を用いる．

図－2.1.2　UFC の構成材料

表－2.1.2　UFC 配合例（ダクタル）

ダクタル-FMの配合　　単位：kg／m^3

プレミックス粉体	細骨材	高張力鋼繊維	高性能減水剤	水
1,322	932	157 容積　2%/vol	28※	162
			合計水量：180	

※減水剤はフロー調整により変動

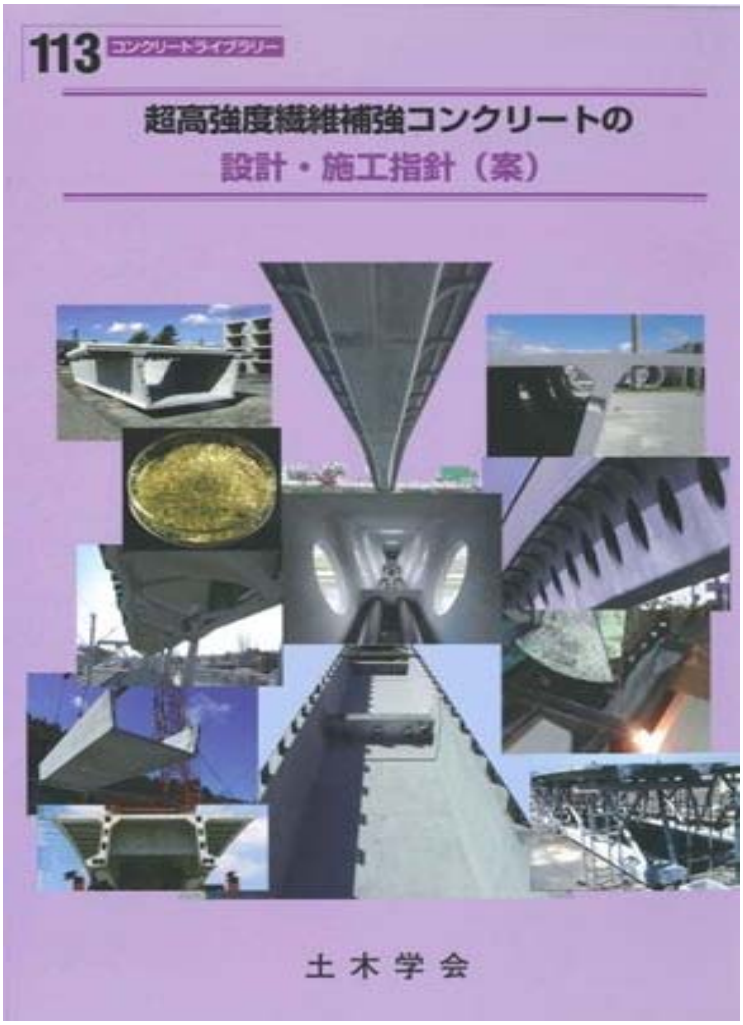
繊維は，鋼繊維もしくは有機繊維が用いられる．機械的・構造的特性を重視する場合は鋼繊維が，美観・意匠性などを重視する場合は有機繊維が用いられることが多い．

写真－2.1.1　UFC 構造物の例（酒田みらい橋：山形県）

写真－2.1.2　UFC 意匠部材の例（警察運転免許センター：沖縄県）

2.1.4　ＵＦＣの適用指針

UFC の適用基準（指針）としては，2002 年に土木学会から，コンクリートライブラリー113「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案）」（通称 UFC 指針）が刊行されている．



写真－2.1.3　「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案）」

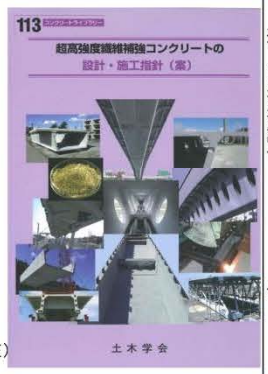
2.1.5　日本におけるＵＦＣ材料

現在，日本において UFC に該当する材料（UFC 指針に適合する材料）で，実用化に至っているものは 3 種類存在する．次の表に，その 3 種類の材料の比較を示す．

表－2.1.3　UFC（超高強度繊維補強コンクリート）比較表（1）

UFC（超高強度繊維補強コンクリート）　比較表

基準・組織・実績

	ダクタル	サクセム	スリムクリート
材料開発・発展の概略経緯	・1999年、日本における最初のUFC材料：ダクタルの技術開発が開始		
	・2002年10月、日本初のUFC（ダクタル）橋：酒田みらい橋が完成		
	・2004年9月超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針（案）（通称：UFC指針）が刊行される		
		・2006年3月、サクセム設計施工マニュアル（案）が発刊される	
		・2006年11月、サクセムが土木学会技術推進機構より技術評価を受ける	
	・2008年～2009年、東京国際空港（羽田）D滑走路建設工事において、約7,000枚（UFC使用量：24,000m^3）のUFC床版が採用される		
			・2012年：スリムクリートが技術推進機構より技術評価を受ける
材料全般について	ダクタル，サクセム，およびスリムクリートの**3材料は、UFC指針に適合する材料とされており、基本的な諸物性値や特性は、概ね同等**である。		
各材料の主な特徴	硅砂やシリカフュームを用いて、**配合思想である「最密充填」を実現し、UFC指針で標準配合粉体**と称されている材料	**エトリンガイト生成を強度発現に利用**している材料 22mmと15mm、**2種類の長さの鋼繊維**を使用	**「常温硬化型」として、蒸気養生をしなくとも場所打ちで強度が確保でき、蒸気養生もできる**としている材料
基幹会社	太平洋セメント （設計・部材製作・構造設計・施工法開発：大成建設）	鹿島建設 三井住友建設 電気化学工業 住友電工スチールワイヤー	大林組 宇部興産
適用基準等	**土木学会「超高強度繊維補強コンクリート設計・施工指針（案）：UFC指針の標準配合材料（H19年9月刊行）** 土木学会　コンクリート委員会 超高強度繊維補強コンクリート研究小委員会 委員長：二羽　淳一郎（東工大） 幹事長：内田　裕市（岐阜大） 委員　： 石橋（JR）、上田（北大）、 上迫田（鹿島）、河井（清水）、 河野（土建：当時、京大：現在） 紫桃（NEXCO）、手塚（オリ建）、 前川（東大）、宮川（京大）、 六郷（岐阜大）、宇治（首都大）、 大内（大林：当時、大阪市立大：現在） 幸左（九工大）、佐藤（鉄道総研）、 下村（長岡技術大）、鈴木（東北大）、 横田（港湾空港技研：当時、北大：現在）  	適合：「土木学会　技術推進機構ライブラリーNo.3」**（平成18年11月15日発行）**にて指針案の標準材料と同等であり、指針案に準拠して設計・施工が可能と評価されている。 サクセムに関する技術評価委員会： 委員長：六郷　恵哲（岐阜大） 委員　：内田　裕市（岐阜大）、 鈴木　基一（東北大）、 前川　宏一（東大） 横田　弘（港湾空港技研：当時、北大：現在） サクセム設計・施工マニュアル技術委員会 委員長：丸山　久一（長岡技術大） 委員　：宇治（首都大）、坂井（東工大）、 下村（長岡技術大）、二羽（東工大） 	適合：「土木学会　技術推進機構ライブラリーNo.10」**（平成24年1月20日発行）**にて指針案の標準材料と同等であり、指針案に準拠して設計・施工が可能と評価されている。 スリムクリートに関する技術評価委員会： 委員長：横田　弘（北大） 委員　：秋山　充良（早稲田大）、 内田　裕市（岐阜大）、 岸　利治（東大）、 渡辺　博志（土研）
	※土木学会のUFC指針はダクタルの物性値や試験結果をベースとしており、指針内では標準配合粉体と称されている。そのため、UFC指針自体がダクタルの技術評価書であり、それゆえダクタル材料に関しての技術評価書は存在しない。		

表－2.1.4　UFC（超高強度繊維補強コンクリート）比較表（2）

	ダクタル	サクセム	スリムクリート
研究会	PCダクタル研究会（8社：大成、安倍日鋼、川田建設、太平洋セメント、日本高圧コンクリート、ピーエス三菱、VSLジャパン、前田製管） ---------- 太平洋セメントがライセンス権限を持っている粉体の売買契約（サブライセンシー契約）締結会社は**96社**	サクセム研究会：22社（HPより） 鹿島建設、電気化学工業、住友電工スチールワイヤー、三井住友建設、SMCコンクリート、オリエンタル白石、ジオスター、清水建設、昭和コンクリート工業、東洋建設、ドーピー建設工業、日本サミコン、日本ピーエス、IHIインフラ建設、富士ピー・エス、日本コンクリート工業、カジマ・リノベイト、アクロス商事、技建、テクノクリート、都築コンクリート工業、リウコン	現在なし
実績数 （構造物）	羽田床版　約6,200枚（21,600m^3） 歩道橋：14橋，道路橋：4橋、鉄道橋：1橋 建築物件：3件、搭状構造物：1件	羽田床版　約1,000枚（2,500m^3） 歩道橋：2橋，水路橋：1橋、道路橋：3橋	建築物：1件，鉄道施設：1件 屋内ブリッジ：2橋，桟橋下部工：1件

配合・材料諸物性

	ダクタル	サクセム	スリムクリート
諸物性全般 について	下記の**諸物性に関しては、大きな違いはない**。養生条件においても、安全率や環境条件をどのように設定するか次第であり、同一条件による比較を行わなければ、有意な差は把握できない。		
材料構成	ダクタルA材（ポルトランドセメント，シリカフュームなどの粉体材料）， ダクタルB材（珪砂）， 専用繊維（φ0.2×15mm鋼繊維）， および専用高性能減水剤から構成	ポルトランドセメント，ポゾラン材，エトリンガイト系混和材等から構成される結合材， 粒径2.5mm以下の細骨材， φ0.2×15mmおよびφ0.2×22mmの鋼繊維， および高性能減水剤から構成	ポルトランドセメント，ポゾラン材，無機粉体等から構成されるプレミックス粉体，細骨材， φ0.16×13mm鋼繊維， および専用高性能減水剤から構成
配合	水セメント比24%以下（水ダクタルA材比14%） 単位水量（減水剤込み）180kg/m^3，（専用減水剤：20～28kg） 単位粉体量（ダクタルA）1322kg/m^3 単位骨材量（ダクタルB）932kg/m^3 繊維混入率：2.0vol%（標準）	水結合材比15% 単位水量（減水剤込み）195kg/m^3，（専用減水剤：32.2kg） 単位結合材量1287kg/m^3 単位骨材量905kg/m^3 繊維混入率：1.75vol%（2種類の長さの鋼繊維ブレンド）	水結合材比15.5% 単位水量（減水剤込み）230kg/m^3，（専用減水剤：32kg） 単位結合材量1,484kg/m^3 単位骨材量330kg/m^3 繊維混入率：2.0vol%（鋼繊維）（+0.3～1.0vol.%PP繊維：耐火用）
強度特性	＜JSCE UFC指針案における設計上の特性値＞ ・圧縮強度：180N/mm^2　（羽田実強度：210N/mm^2） ・ひび割れ発生強度：8N/mm^2　（羽田実強度：10.2N/mm^2） ・引張強度：8.8N/mm^2　（羽田実強度：14.5N/mm^2） ・ヤング係数：50kN/mm^2 ・単位容積質量：25.5kN/m^3	＜サクセム技術評価報告書における設計上の特性値＞ ・圧縮強度：180N/mm^2　（羽田実強度：196N/mm^2） ・ひび割れ発生強度：8N/mm^2　（羽田実強度：10.4N/mm^2） ・引張強度：8.8N/mm^2　（羽田実強度：14.2N/mm^2） ・ヤング係数：46kN/mm^2 ・単位容積質量：24.5kN/m^3	＜スリムクリート技術評価報告書における設計上の特性値＞ ・圧縮強度：180N/mm^2　・圧縮強度：196N/mm^2（報告書実強度） ・ひび割れ発生強度：8N/mm^2　・同左強度：10.8N/mm^2（報告書実強度） ・引張強度：8.8N/mm^2　・引張強度：12.0N/mm^2（報告書実強度） ・ヤング係数：46kN/mm^2　※ひび割れ発生強度及び引張強度は曲げ強度から算定 ・単位容積質量：24.7kN/m^3
養生条件	一次養生：5～40℃の温度下 二次養生：90℃蒸気養生×48hr（標準） ※JSCE UFC指針案より	一次養生：5～40℃の温度下 二次養生：85℃蒸気養生×20～24hr ※サクセム技術評価報告書案より	養生温度20℃以上では、材齢28日未満で特性値180N/mm^2に達する。 養生温度10℃では、特性値180N/mm^2に達するまでに、91日以上の期間を要する。 ※スリムクリート技術評価報告書より
収縮 ・クリープ特性	・始発から二次養生終了までの収縮量＝500μ程度 ・クリープ係数：0.4 ・各種耐久性能データより，設計耐用期間は100年標準 ※TCC技術資料，JSCE UFC指針案より	・始発から二次養生終了までの収縮量＝750μ程度 ・クリープ係数：0.7 ・各種耐久性能データより，設計耐用期間は100年標準 ※サクセム技術評価報告書より	・始発からの収縮量＝封緘養生6ヶ月で660μ程度 ・クリープ係数：0.8 ・各種耐久性能データより，設計耐用期間は100年標準 ※スリムクリート技術評価報告書より

2.2　ＵＦＣの特性

以下に，UFC の様々な特性を示す.

2.2.1　練混ぜ時の特徴

UFC の練混ぜには，一般のコンクリート用ミキサを使用することができる．ただし，UFC は高粉体配合であり極めて少ない単位水量であるため，練混ぜ時にミキサへ与える負荷が大きくなる．そのため，強制練りミキサを使用して定格の練混ぜ量より幾分量を少なくして練るのが適当である．また，配合された高性能減水剤の効果が現れて流動性が発現するには長い練混ぜ時間を要し，環境条件やミキサの練混ぜ性能によって異なるが，おおむね 8～20 分程度掛かるのが通常である.

2.2.2　フレッシュ性状

UFC は，モルタルのフロー試験を用いて，打撃を用いずにフロー値 240～280mm と極めて優れた流動性を有する自己充填コンクリートである．その流動性と適度な粘性により，多量に配合された繊維（鋼繊維の場合 2.0vol%:157kg/m^3 程度）の分散を保ちながら，薄い部材や狭隘な個所への充填性が確保できる．その高流動性を得るためには多量の減水剤が用いられており，その影響により凝結が始まるのが練混ぜ後 10 時間以降（環境温度 20℃）と凝結開始がかなり遅いのが特徴である.

写真－2.2.1　UFC のフレッシュ性状確認状況

2.2.3　ＵＦＣの強度特性

UFC の強度特性値としては，圧縮強度，ひび割れ発生強度，引張強度の 3 種類が規定されている.

・圧縮強度：

非常に高い圧縮強度（特性値：180N/mm^2）は，部材が薄い場合でもプレストレスによる大きな圧縮力を導入することができ，長スパンや低桁高を可能としている.

・ひび割れ発生強度：

ひび割れ発生強度の特性値は 8.0N/mm^2 であるが，このひび割れ発生強度の設定自体が，従来の鉄筋コンクリートと大きく異なる点である. これには 2 つの側面があり, その一つは UFC の高い引張強度を設計（使用限界状態）に考慮できるといった設計的な側面である．UFC の

引張強度は圧縮強度と同様に従来のコンクリートに比べて 5～8 倍高い．また，粗骨材を配合していないため骨材による局部的なばらつきも少ないと考えられ，ある程度の安全率を取ることにより UFC の引張りを設計上期待できるとしている．もう一つが鋼繊維の補強効果を維持するためにひび割れを許さないという耐久性の側面である．いくら緻密な UFC であっても，ある程度のひび割れを許容してしまうとそこから水分や塩分の浸透は免れないため，そこに位置する鋼繊維はいずれ腐食し繊維補強効果を失ってしまう．UFC では，実際にひび割れが生じたとしても繊維補強効果により，そのひび割れ幅は 0.04～0.06mm と非常に狭く，一般的に耐久性に悪影響を及ぼす値ではないが，耐久性を重視する現在の UFC 指針では，ひび割れを許さないこととしている．このように UFC では，設計で UFC の引張りを考慮することから，このひび割れ発生強度は使用時の照査において重要な値となっている．

・引張強度：

UFC の引張強度（特性値：8.8N/mm²）は，ひび割れ発生後の繊維補強効果を表す値であり，設計では終局時を照査する際の引張軟化曲線の設定根拠となっている．

2.2.4　ＵＦＣの耐久性（ＵＦＣ指針より）

(1) 透気性・透水性

この表では，UFC は標準熱養生を行わず水中養生（20℃，材齢 28 日）を行ったものであるが，圧縮強度 90N/mm² のコンクリートと比べ，その透気係数は 2 桁小さい値となっている．また，静水圧加圧装置を用いて水の浸透試験を実施し，試験結果から算定した拡散係数を用いて長期的な水の浸透挙動を予測している．その予測結果では，透水係数を 4.0×10^{-17}cm/s と算定しており，ダルシー側に従う浸透流解析を行った結果，5 万年後の水の浸透深さは 10cm 程度としている．

表－2.2.1　水中養生を行った場合の UFC の透気係数

コンクリートの種類	透気係数(m²)
高強度コンクリート（ｆｃ’=90N/mm²）	1.2×10^{-16}
UFC（水中養生：20℃、材齢28日）	2.5×10^{-18}

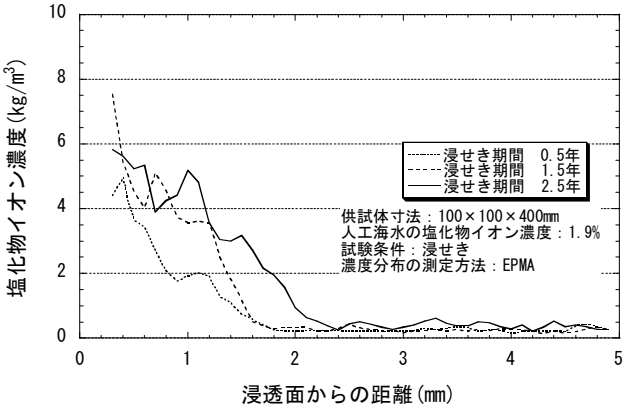
(2) 中性化に対する抵抗性

中性化に対する抵抗性を検証するため，JIS A 1153「コンクリートの促進中性化試験方法」に準じて UFC の中性化促進試験を実施した．促進期間 113 週（約 2 年 4 ヶ月）後に供試体の割裂断面にフェノールフタレイン溶液を噴霧したところ，割裂断面は表面に至るまで赤紫色を呈しており，中性化領域は認められなかった．また，2002 年に刊行されたフランスの UHPFRC 指針では，試験期間 4 年での中性化深さが 0.2mm 以下という結果から，500 年後の中性化深さを 2mm 以下と推定している．

(3) 塩化物イオンの拡散係数

人工海水(塩化物イオン濃度：1.9%)を用いた浸せき試験を実施し，その供試体を用いて電子線マイクロアナライザー(EPMA)により供試体表面から深部への塩化物イオンの濃度分布を測定し，UFC の塩化物イオンの浸透性を評価した．

下記の図は，EPMA によって得られた塩化物イオン濃度分布を骨材の影響を除去した後，平均することで 1 次元化したものである．同図では，塩化物イオンは浸せき期間にともなって深部へ浸透しているが，測定期間 2.5 年においても，その浸透深さは 2mm 程度とごく表層部に限られている．下表に，濃度分布から推定した見かけの拡散係数を示す．また参考として，水セメント比 30%のコンクリートの拡散係数を，コンクリート標準示方書［施工編］6.4.4 に示される予測式から算定した結果を併記する．UFC の見掛けの拡散係数は，水セメント比 30%の高強度コンクリートの予測値と比べ 2 桁小さく，塩化物イオンの浸透に対し極めて高い抵抗性を持つことがわかる．



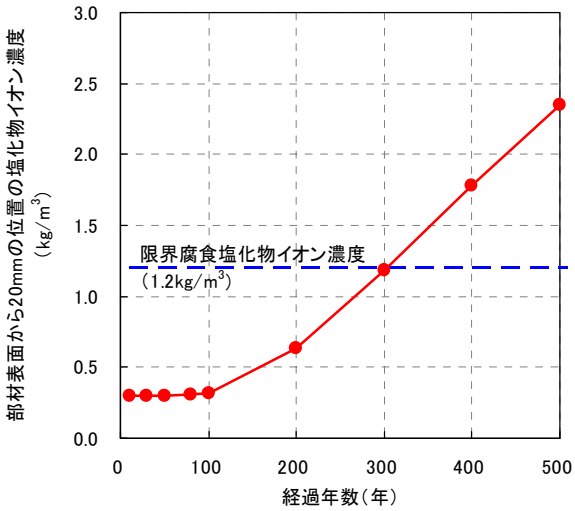
図－2.2.1　コンクリート表面からの塩化物イオン濃度分布

表－2.2.2　人工海水浸漬を行った場合のＵＦＣの見かけの拡散係数

コンクリートの種類	超高強度繊維補強コンクリート			通常のコンクリートの参考値
浸せき期間(年)	0.5	1.5	2.5	(W/C=30%,混和材料(BS,SF)を使用した場合の予測値)
見かけの拡散係数(cm²/年)	0.0059	0.0022	0.0019	0.14

(4) 塩化物イオンの侵入にともなう鋼材の腐食に対する抵抗性

コンクリート標準示方書［設計編］に従って，経年に伴う鋼材位置での塩化物イオン濃度の変化について試算を行った．鋼材位置を UFC 指針で規定されている最小かぶり 20mm とし，飛沫帯を想定して表面の塩化物イオン濃度を 13kg/m³，初期塩化物イオン量を一般的な上限値である 0.3kg/m³ として，塩化物イオン拡散係数は試験で得られた値をもとに 0.002cm²/年として算定した．同図より，通常のコンクリートと同様に鋼材位置の塩化物イオン濃度が 1.2kg/m³ になるときに腐食が発生すると仮定すれば，鋼材が腐食するのは供用後 300 年以降と試算される．ただし，この 300 年という数値は塩化物イオンの浸透を短期間の促進試験を行った際に得られた結果に基づいて算定された試算値に過ぎず，そのまま 300 年の抵抗性を信じる根拠は希薄ではあるが，極めて優れた耐久性の目安としては有効であると判断される．



図－2.2.2　鋼材位置（かぶり 20mm）における塩化物イオン量の経年変化の試算結果

2.2.5　構造物への適用を考慮した際のＵＦＣ特性のまとめ

第３章では，UFC の構造物への適用性を様々な構造物に対して行っているが，その際に用いた以下に示す８つの項目に関しての UFC の特性を紹介する．

(1)　耐摩耗性

UFC は通常のコンクリートよりも硬度が高いため，耐摩耗性に優れた性能を有する．

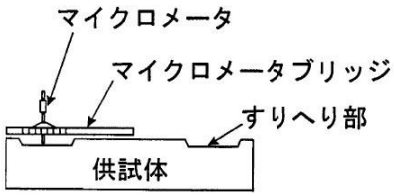
以下にすり減り抵抗性の試験例を示す．

○ 試験方法：ASTM-C-779 に準拠（～120 分の重量、すりへり深さ変化）

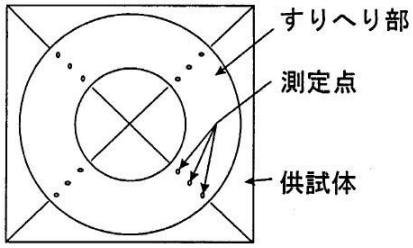
○ 供試体寸法：300×300×50 ㎜

○ 供試体強度

種類	圧縮強度（N/mm²）
ダクタル	230
黒御影石	260
普通コンクリート	69.3

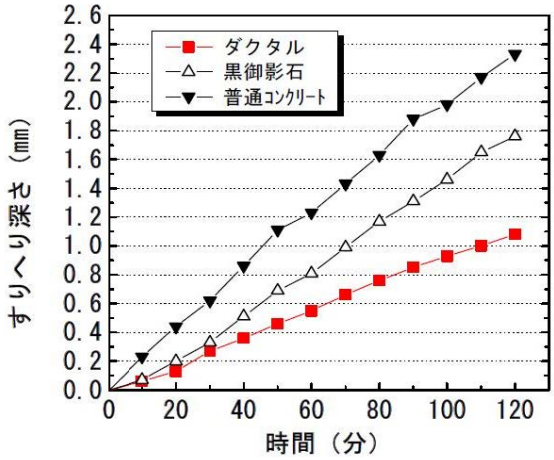


測定方法



測定点

	すりへり深さ(mm)											
	10 分	20 分	30 分	40 分	50 分	60 分	70 分	80 分	90 分	100 分	110 分	120 分
ダクタル	0.05	0.12	0.28	0.38	0.45	0.54	0.65	0.78	0.86	0.92	1.02	1.06
黒御影石	0.07	0.20	0.33	0.51	0.69	0.81	0.99	1.17	1.31	1.46	1.65	1.76
普通ｺﾝｸﾘｰﾄ	0.23	0.44	0.62	0.86	1.11	1.23	1.43	1.63	1.88	1.98	2.17	2.33



図－2.2.3　耐摩耗性試験結果

(2) 耐衝撃性

UFC は強度が非常に強く，かつ繊維補強されているため，優れた耐衝撃性を有する．

以下に，耐衝撃性の試験例を示す．

○ 測定項目

シェア硬度：鉄球を落下させ跳ね返る高さを測定

① シャルピー衝撃試験：JIS K 7111「プラスチックーシャルピー衝撃強さ試験方法」

②サンドブラスト試験：ASTM C 418 に準拠

（試験体に 667g／min（ASTM では 600±25g／min）の珪砂を異なる 9 ヶ所に、高さ 7.62 ㎝、4.2kg／㎝ 2 の圧力で 1 分間づつ噴射した後、すり減り部分に粘土を充てんし、すり減り量(㎜ 3／㎜ 2)を算出）

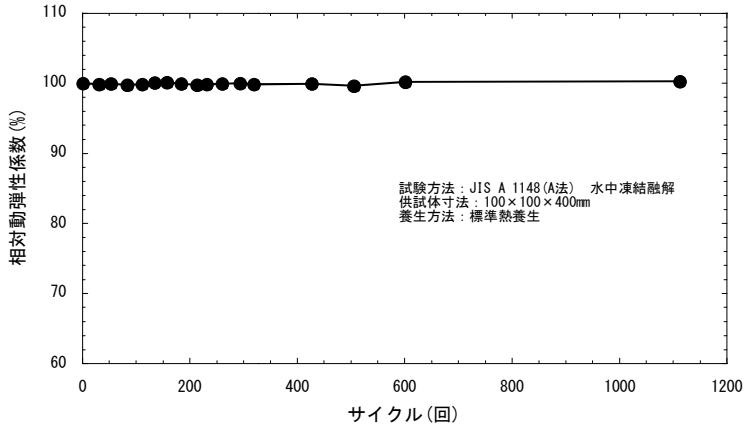
○ 試験結果

試験項目	Ductal-FM	コンクリート	御影石	鋳鉄
ｼｬﾙﾋﾟｰ衝撃強さ	13.4kJ／m2 以上 (230N/mm2)	－	2.36kJ／m2 (260N/mm2)	－
ｻﾝﾄﾞﾌﾞﾗｽﾄ試験	0.011 ㎝ 3／㎝ 2 (210N/mm2)	0.074 ㎝ 3／㎝ 2 (38N/mm2)	－	－
硬度	60～90 Hs (230N/mm2)	－	73～102 Hs (260N/mm2)	32～40 Hs

*シャルピー衝撃強さ：ダクタルファイバーなし 1.52（kJ／m2）

(3) 耐凍害性

UFC は強度が高く，その緻密な硬化体組織であるがゆえに透水係数が小さく，また補強用繊維が配合されているため，凍結融解作用に対する抵抗性が極めて高い．



図－2.2.4　超高強度繊維補強コンクリートの凍結融解抵抗性（UFC 指針より）

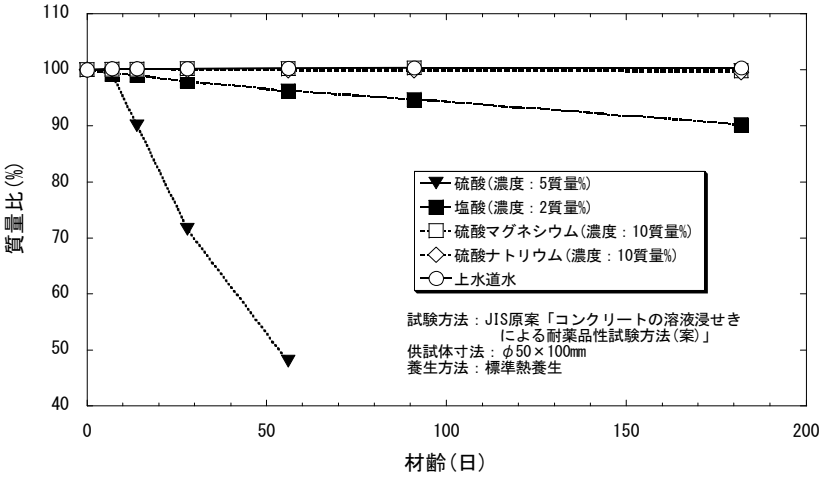
(4) 耐塩害性

UFC は極めて緻密な細密構造を有し，透気係数および透水係数が非常に小さく，先に示したように塩化物イオンの拡散係数も小さい．そのため，塩害の要因である，酸素，水，塩分が UFC 部材内に侵入しないことから，極めて優れた耐塩害性を有する．

(5) 耐化学的侵食性

UFC は硫酸塩などの化合物に対しても優れた耐久性を示す.

但し留意すべき点は，セメントが多く配合されているため硫酸や塩酸などの純粋な酸（化合物ではない）に関しては，UFC 中のセメント分が浸食するため，耐久性は乏しいと言える.



図－2.2.5　超高強度繊維補強コンクリートの溶液浸せきによる耐薬品性能（UFC 指針より）

(6) 軽量化

UFC は超高強度で部材内に鉄筋を使わないことが通常であるため，UFC 構造物の部材厚は通常のコンクリートに比べて，1/2～1/4 と非常に薄くできるのが利点である．その結果，従来のコンクリート構造物に比べて大幅な重量削減（1/2～1/4）が可能となる.

(7) 寸法制限への対応

UFC の超高強度を活用することにより，長スパン化や低桁高化が可能となり，構造物寸法に制約がある場合に大いに有効となる場合がある.

(8) デザイン性

鉄筋を用いない思想により，配筋上の制約がなくなり，部材や構造物の形状のデザインの自由度が高い．また，部材の薄肉化が可能な点もデザイン上有効であることが多い．そのため，UFC は建築の意匠部材や景観設計に配慮した構造物への適用が多い傾向がある.

2.3　ＵＦＣを用いた事例

2.3.1　コンクリート 2 次製品を用いた事例

UFC を用いた事例として，まずコンクリート 2 次製品として工場で UFC 部材が製作され，構造物等に適用された事例を示す.

表－2.3.1　UFC を用いたコンクリート製品が用いられた事例（1）

ルーバー・ファサード	デッキ・浮床
ベンチ	耐磨耗

※出典：太平洋セメント「ダクタル施工事例集」

表－2.3.2　UFC を用いたコンクリート製品が用いられた事例（2）

塩害対策	耐力梁・ストラット
床版（歩道橋）	トンネル補修パネル

※出典：太平洋セメント「ダクタル施工事例集」

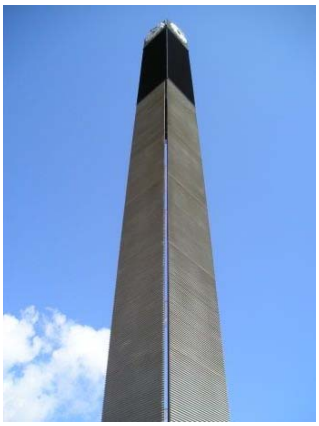
表－2.3.3　UFC を用いたコンクリート製品が用いられた事例（3）

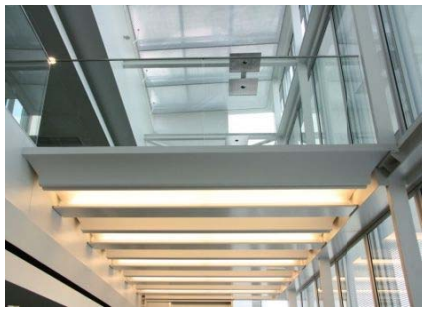
開水路補修部材	支圧・摩擦プレート
鉄道高欄	

※出典：太平洋セメント「ダクタル施工事例集」

2.3.2　建築構造物

UFC の建築用途への適用は，意匠部材としての適用が進んでいる．

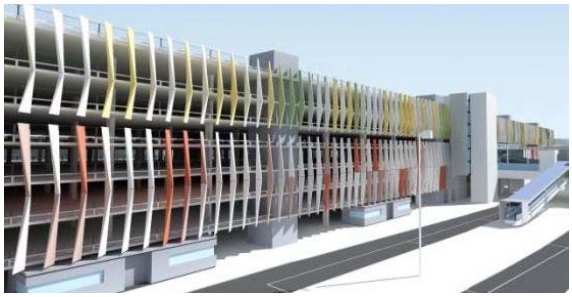




大学記念塔（京都大学桂キャンパス）　建築物の増床フロア（大成建設技術センター）

写真－2.3.1　日本の事例

駅のホームのキャノピー



建物の遮光ルーバー

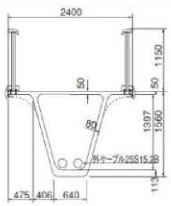
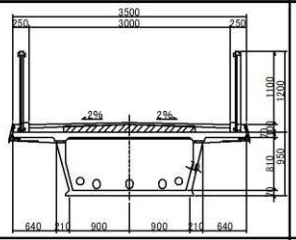
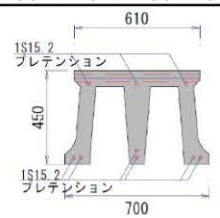
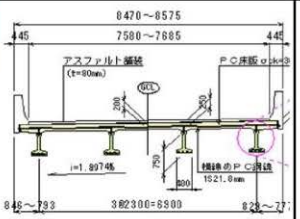
Jean Bouin Stadium

写真－2.3.2　海外の事例

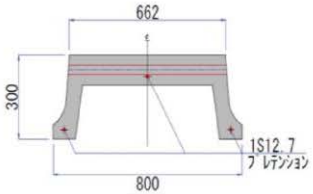
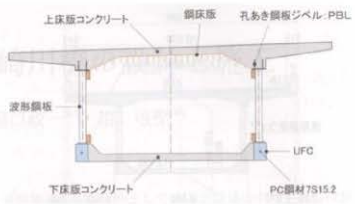
2.3.3　土木構造物

UFC の土木構造物用途の実績例を日本における実績および海外における実績の順に示す.

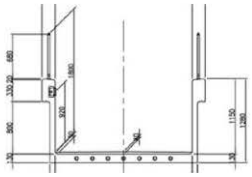
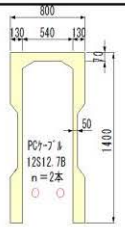
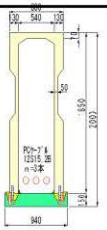
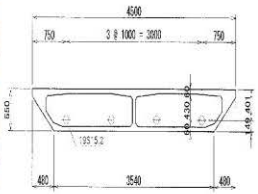
表－2.3.4　日本における UFC 構造物一覧（1）

	橋梁名 場所	発注者 設計者 施工者	完成年 構造形式	全幅員（有効幅員） 橋長（スパン）（m） 橋体面積（m^2）	最小部材厚	最小桁高／最大桁高（m） 備考
	酒田みらい橋 山形県	前田製管（株） 大成建設（株） 大成建設（株）	2002 単径間PC箱桁	2.4（1.6） 50.2（49.35） 120.5	上床版：5cm ウェブ：8cm 下床版：12cm	0.550／1.56 全外ケーブル
	赤倉温泉ゆけむり橋 山形県	山形県最上総合支庁 （株）協和コンサルタンツ 大成建設（株）	2004 単径間PC箱桁	3.5（3.0） 36.3（35.3） 127.1	上床版：7cm ウェブ：7cm 下床版：7cm	0.950／0.950 全外ケーブル
	アクアタウン橋梁 愛媛県	民間 三井住友建設（株） 三井住友建設（株）	2005 PC単純床版橋	10.0(9.2) 13.0(12.44) 130	上床版：7.5cm ウェブ：7cm	0.45/0.45 プレテン桁
	東九州自動車道北九州JCT堀越Cランプ橋 福岡県	西日本高速道路（株） 大成建設（株） 大成建設（株）	2005 単径間プレテンション合成I桁	8.470～8.575（7.580～7.685） 16.6（16.0） 136.7	ウェブ：9cm	1.000／1.000 内ケーブル

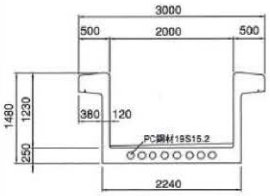
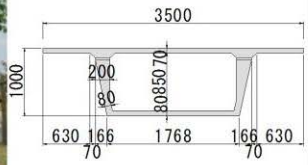
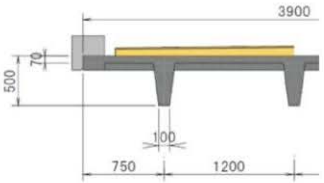
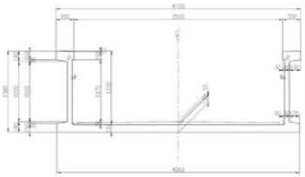
表－2.3.5　日本における UFC 構造物一覧（2）

	橋梁名 場所	発注者 設計者 施工者	完成年 構造形式	全幅員（有効幅員） 橋長（スパン）（m） 橋体面積（m^2）	最小部材厚	最小桁高／最大桁高（m） 備考
	田原市人道橋 1号橋，2号橋 愛知県	愛知県田原市 （株）アイエスシイ ---	2005 単径間プレテンション床版橋	2.6（2.0） 1号橋：12.74m 2号橋：10.54m 25.5/21.1	ウェブ：7cm	0.300／0.300 内ケーブル
	慶応義塾大学三田校舎 南館連絡橋 東京都	慶応義塾大学 大成建設（株） 大成建設（株）	2005 単径間プレテンション床版橋	2.0 11.0 22（/1床版）	床版：22.5cm	0.225／0.225 内ケーブル
	増谷一号橋 熊本県	多良木町 三井住友建設（株） 三井住友建設（株）	2006 PC単純床版橋	4.41(3.6) 7.462(7.148) 32.9	上床版：10.5cm ウェブ：5.6cm	0.30/0.30 プレテン桁
	北海道縦貫自動車道鳥崎川橋 北海道	東日本高速道路（株） 大成建設（株） 大成建設（株）	2006 PC11径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋	11.3（10.27） 554	適用個所：波形ウェブ下弦材 42.5X60cm	3.850／3.850 内ケーブル

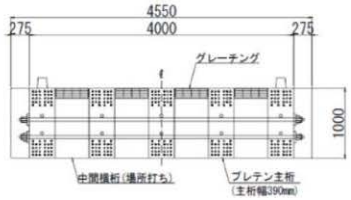
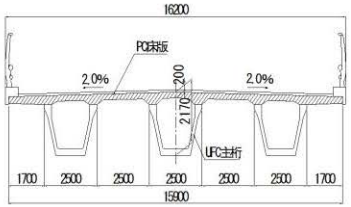
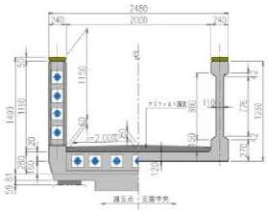
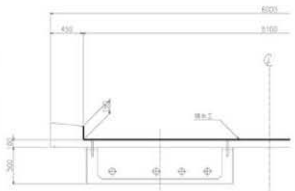
表－2.3.6　日本における UFC 構造物一覧（3）

	橋梁名 場所	発注者 設計者 施工者	完成年 構造形式	全幅員（有効幅員） 橋長（スパン）（m） 橋体面積（m^2）	最小部材厚	最小桁高／最大桁高（m） 備考
	工場連絡橋 広島県	--- 大成建設（株） 大成建設（株）	2006 単径間PC下路	2.5 (2.1) 33.1 (31.8) 82.8	ウェブ：8cm 下床版：13cm	1.280／1.470 内ケーブル
	東京モノレール昭和島待避線桁 東京都	東京モノレール（株） 大成建設（株） 大成建設（株）	2007 単径間PC逆U桁	4.72 (4.0) 17.0 (22.5) 29.6	上床版：7cm ウェブ：5cm, 13cm	1.400／1.400 全外ケーブル
	東京モノレール昭和島車庫線桁 東京都	東京モノレール（株） 大成建設（株） 大成建設（株）	2007 単径間PC箱桁	4.72 (4.0) 40.0 (22.5) 32	上床版：7cm ウェブ：5cm, 13cm 下床版：15cm	2.000／2.000 全外ケーブル
	豊田市総合体育館歩道橋 愛知県	豊田市 八千代エンジニアリング（株） 大成建設（株）	2007 単径間PC箱桁	4.72 (4.0) 28.0 (22.5) 125.9	上床版：6cm ウェブ：6cm 下床版：6cm	0.550／0.550 全外ケーブル

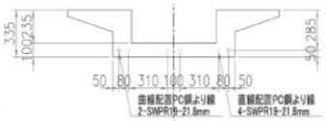
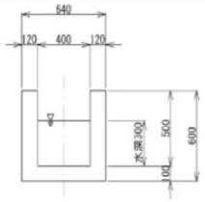
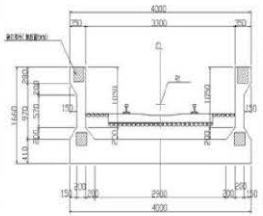
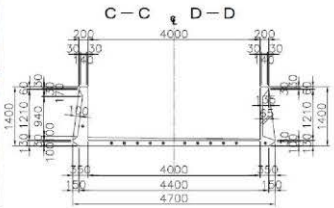
表－2.3.7　日本における UFC 構造物一覧（4）

	橋梁名 場所	発注者 設計者 施工者	完成年 構造形式	全幅員 （有効幅員） 橋長（スパン） （m） 橋体面積（m²）	最小部材厚	最小桁高／最大桁高（m） 備考
	曳田歩道橋 鳥取県	鳥取県 アサヒコンサルタント（株） 阿部日鉱（株）	2007 単径間PC下路桁	3.0（2.0） 64.5（63.3） 193.5	ウェブ：12cm 下床版：25cm	1.480／1.980 内ケーブル
	三兼池橋 福岡県	大野城市 上大利北土地区画整理組合 大成建設（株） 大成建設（株）	2007 2径間連続PC箱桁	3.6（3.0） 81.2（2@39.9） 284.2	上床版：7cm ウェブ：8cm 下床版：8cm	1.000／1.000 全外ケーブル
	リバーサイド千秋連絡橋 新潟県	民間 鹿島建設(株) 鹿島建設(株)	2007 PC3径間連続ラーメン橋	4.1(3.5) 30.5(26.0) 125.1	上床版：7cm ウェブ：10cm	0.50/0.50 全外ケーブル
	神戸三田プレミアムアウトレット連絡歩道橋 兵庫県	チェルシージャパン（株） 大成建設（株） 大成建設（株）	2008 単径間PC下路桁	4.1（3.5） 27.4（26.3） 112.3	ウェブ：8cm 下床版：13cm	1.380／1.530 内ケーブル

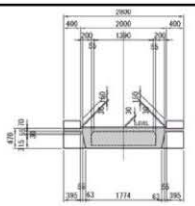
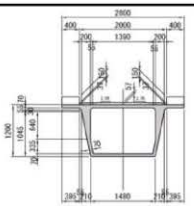
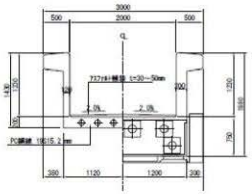
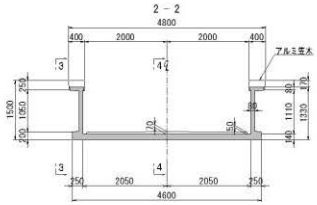
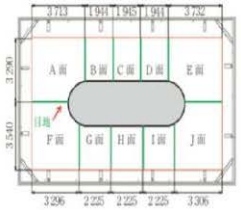
表－2.3.8　日本における UFC 構造物一覧（5）

	橋梁名 場所	発注者 設計者 施工者	完成年 構造形式	全幅員（有効幅員） 橋長（スパン）（m） 橋体面積（m^2）	最小部材厚	最小桁高／最大桁高（m） 備考
	羽田管理用桟橋渡り桁 東京都	国土交通省 鹿島建設(株) (株)大林組	2008 PC単純桁橋	4.0(3.46) 24.58(23.35) 98.3	ウェブ：39cm	1.0/1.0 内ケーブル
	羽田空港GSE橋梁 東京都	国土交通省 大成建設JV 大成建設JV	2009 PC単純箱桁	16.2(15.0) 48.0（46.0） 763.2	上床版：RC ウェブ：15cm 下床版：22cm	1.860／2.170 内ケーブル
	吉城橋 岐阜県	岐阜県飛騨市 大日コンサルタント(株) 安倍日鋼(株)	2009 単径間PC下路桁	2.5 (2.0) 40.5 (39.5) 100.4	ウェブ：11cm 下床版：12cm	1.330／1.490 内ケーブル
	赤坂四丁目薬研坂地区南北連絡ブリッジ 東京都	赤坂四丁目薬研坂南地区市街地再開発組合 大成建設(株) 大成建設(株)	2009 単径間PC下路桁	6.0 (5.1) 21.3 (20.2) 131.6	上床版：10cm ウェブ：7cm 下床版：15cm	0.600／0.600 全外ケーブル

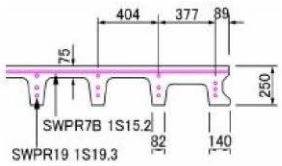
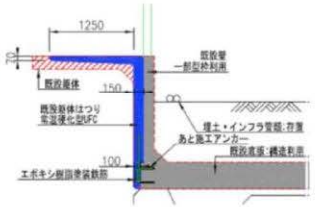
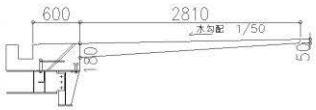
表－2.3.9　日本における UFC 構造物一覧（6）

	橋梁名 場所	発注者 設計者 施工者	完成年 構造形式	全幅員 （有効幅員） 橋長（スパン） （m） 橋体面積（m^2）	最小部材厚	最小桁高／最大桁高（m） 備考
	スリムクリートブリッジ 東京都	(株)大林組 (株)大林組 (株)大林組	2010 単径間PC桁	1.7(1.6) 13.4 (13.4) 22.8	上床版：3.5cm ウェブ：8cm 下床版：10cm	0.350／0.350 全内ケーブル
	国道163号線水路橋 京都府	京都府 鹿島建設(株) 鹿島建設(株)	2010 単純PC下路桁	0.6 23.75(22.95) 14.3	ウェブ：12cm 下床版：10cm	0.6/0.6 内ケーブル
	萱生川橋梁 三重県	三岐鉄道 大成建設（株） 大成建設（株）	2010 単径間PC下路桁	4.0 (3.3) 15.86 (14.5) 63.4	ウェブ：20cm 下床版：41cm	1.500／1.660 内ケーブル
	野島歩道橋 人道橋A 人道橋B 神奈川県	横浜市 --- 川田建設（株）	2010 2径間連続下路桁橋	4.7/2.7(4.0/2.0) 59.0(30.4+25.4) 236.0/118.0	ウェブ：6.5cm 下床版：10cm	1.390／1.550 内ケーブル

表－2.3.10　日本における UFC 構造物一覧（7）

	橋梁名 場所	発注者 設計者 施工者	完成年 構造形式	全幅員 （有効幅員） 橋長（スパン） （m） 橋体面積（m^2）	最小部材厚	最小桁高／最大桁高（m） 備考
 桁端断面図  支間中央断面図	稲荷岸橋 埼玉県	さいたま市 --- 前田製管（株）	2010 PC単純箱桁橋	2.8 (2.0) 38.2 (37.1) 107.0	上床版：7cm ウェブ：7cm 下床版：7cm	0.470／1.200 全外ケーブル
	東大坪橋側道橋 静岡県	磐田市 （株）創建 大成建設（株）	2010 単径間PC下路	3.0 (2.0) 59.3 (58.2) 177.9	ウェブ：12cm 下床版：20cm	1.430／1.980 内ケーブル
	商業施設連絡歩道橋 大阪府	民間 (株)三菱地所設計 鹿島建設(株)	2012 PC単純桁橋	4.8(4.1) 33.0(31.5) 158.4	ウェブ：8cm 下床版：14cm	1.33/1.33 内ケーブル
	京王線 多摩川橋梁 （フーチング補修） 東京都	京王電鉄（株） （株）大林組 （株）大林組	2013 耐摩耗	補修面積 80m^2 （/脚）	巻立て厚 3.5cm	ー

表－2.3.11　日本における UFC 構造物一覧（8）

	橋梁名 場所	発注者 設計者 施工者	完成年 構造形式	全幅員 （有効幅員） 橋長（スパン） （m） 橋体面積（m^2）	最小部材厚	最小桁高／最大桁高（m） 備考
	羽田D滑走路 PC床版 東京都	国土交通省 羽田再拡張D滑走路JV 羽田再拡張D滑走路JV	2010 2方向プレテンション床版	7.82/枚 3.61 23.2/枚	上床版：7.5cm ウェブ：8.2cm	0.25/0.25 プレテンション床版
	港湾補修 茨城県	－ （株）大林組 （株）大林組	2010	－	巻立て厚 5cm	－
	護岸改修 愛知県	トヨタ自動車（株） （株）大林組 （株）大林組	2013 片持ち梁	張出長：1.25m 延長：265m	床板：3.0cm	－
	oak omotesando （庇） 東京都	大林不動産（株） （株）大林組 （株）大林組	2013 片持ち梁	張出長：2.8m 幅：6.2m	部材厚 5～18cm	－

表－2.3.12　海外における UFC 構造物一覧（1）

Sherbrooke Bridge, Canada	Peace Footbridge, Korea
Roadbridge, USA (Wapello county)	Peace Footbridge, Australia

表－2.3.13　海外における UFC 構造物一覧（2）

Roadbridge, USA (Washington)	Footbridge, Canada (Glenmore)
Parkbridge, The Netherlands	

表－2.3.14　海外における UFC 構造物一覧（3）

Papatoetoe, New Zealand

3.　可能性が期待される用途

3.1　概説

UFC は，2.3UFC を用いた事例にあるように適用が進み，使用実績が蓄積されている．

そこで，本章においては，土木構造物全般に対して構造物要求性能や環境条件等に着目した UFC 適用の有効性の評価と施工性やコストも含めた総合的な評価により，UFC 適用の可能性と課題点を探ることとする．

評価結果は，記号化することにより，適用有効性の一覧性を持たせ，評価の高いものほど実用化に向けた現実性が高いことを示し，評価が低いものは克服すべき課題点があるが，今後それを克服することで実用化に向けた可能性があることを示している．

3.2　対象構造物

広く既存の土木構造物全般を対象に，構造物の全部または一部を UFC 構造とすることが可能と思われる構造物を選定する．UFC 適用効果が明らかに望めない構造物は対象から除外する．

選定した構造物は，その構造物が設置される環境や目的により，4 つのグループに分類する．その際，4 つのグループに分類が困難な場合や，建築系構造物については，その他のグループに含める．

①港湾・河川構造物　～　主に港湾部や河川内に設置される構造物
②ダム附帯構造物　～　ダムに附帯する構造物
③道路・鉄道構造物　～　主に道路や鉄道に設置される構造物
④容器構造物　～　液体を保管する容器の構造物
⑤その他　～　上記に分類されない構造物や建築構造物など

表－3.2.1　対象構造物の一覧

No.	構造物名称
①港湾・河川構造物	
1	桟橋
2	浮桟橋
3	矢板式岸壁・護岸
4	消波ケーソン堤
5	カーテン式防波堤
6	浮防波堤
7	プラットフォーム
8	コンテナヤード
9	プラントパージ
10	人工地盤
11	水門・樋門
12	低床護岸
13	水路トンネル
14	開水路
15	橋脚表面保護
②ダム附帯構造物	
16	水叩き
17	洪水吐き
18	導流壁
19	副ダム
20	魚道スリット
③道路・鉄道構造物	
21	覆道柱
22	スノーシェッド主梁
23	ロックシェッド主梁
24	スノーシェルター主桁
25	覆工板
26	プレキャスト壁高欄（鉄道用）
27	プレキャスト壁高欄（道路用）

No.	構造物名称
28	プレテンション桁
29	ポストテンション桁
30	プレキャスト擁壁
31	歩道床版
32	防風柵
33	防風雪施設
34	ＰＣ杭
35	ＰＣポール
36	ヒューム管
37	ＰＣ管
38	プレホール
39	台付鉄筋コンクリート管
40	ボックスカルバート
41	ＰＣフリューム
42	シールド工法セグメント
43	流雪溝
④容器構造物	
44	貯水槽
45	消化槽・処理槽
46	貯油槽
⑤その他	
47	耐震壁
48	風力発電所タワー
49	立体駐車場スラブデッキ
50	ルーバー
51	エクステリア
52	ストラット
53	補強土壁

3.3　評価項目

UFC の有効性がどの程度発揮されるかを評価する項目としては，(1)耐久性，(2)構造性能，(3)施工性，(4)コストの項目を設定する．

(1)　耐久性

耐久性は，構造物の要求性能となる[①耐摩耗性]，[②耐衝撃性]，[③耐凍害性]，[④耐塩害性]および[⑤耐化学的侵食性]を評価項目とした．[耐火災]も評価項目として候補となったが，トンネル等の限られた構造物が対象となること，UFC の材料特性というよりも高強度コンクリートとしての特徴となることの理由により，評価項目の対象としない．また，[耐老朽化]も候補となったが，他の耐久性項目を総括した項目であり重複した評価となることの理由により，評価項目の対象としない．

(2)構造性能

構造性能は，構造物の要求性能となる[⑥軽量化]，[⑦寸法制限への対応]および[⑧デザイン性]を評価項目とする．

表－3.3.1　評価項目の一覧

（１）　耐　　久　　性					（２）　構　造　性　能			（３） 施工性	（４） コスト
① 耐摩耗性	② 耐衝撃性	③ 耐凍害性	④ 耐塩害性	⑤ 耐化学的 侵食性	⑥ 軽量化	⑦ 寸法制限 への対応	⑧ デザイン性		

3.4　評価方法

3.4.1　個別評価

UFC の有効性の評価に際しては，評価項目毎に評価コメントを作成し，一覧性を持たせるため，記号により表記する．

各評価項目に対する評価記号の定義は以下のとおりとする．

◎：UFC の適用により，その有効性を大いに発揮できると期待できる場合．

○：UFC の適用により，その有効性をある程度発揮できると期待できる場合．

△：UFC を適用しても，その有効性があまり期待できない場合．

－：UFC 適用の評価の対象外となる場合．
UFC の材料特性として有している性能(性状)であっても，構造物の要求事項でない項目については，評価の対象外とする．

なお，現状で考えると UFC の適用が不適であると考えられる場合においても，社会情勢の変化により，安全性や耐久性へのニーズの変化などによって，今後において UFC の有効性が高く評価される可能性がある．

したがって，現時点で UFC の有用性を否定してしまうような，UFC の有効性の発揮に期待できないとする評価【×】は，今回の評価では用いないこととする（次項の総合評価においても同様とする）．

各評価項目に対する評価の主な基準は，以下のとおりとする．

(1) 耐久性

評価項目：[①耐摩耗性]，[②耐衝撃性]，[③耐凍害性]，[④耐塩害性]，[⑤耐化学的侵食性]

構造物に要求される性能に対して，UFC が適用できる可能性の評価とし，既存構造の材質と UFC とを比較する相対評価とはしない．

(2) 構造性能

評価項目：[⑥軽量化]

構造物の要求性能として，より軽量であることが求められている場合に評価する．

評価項目：[⑦寸法制限への対応]

構造物の要求事項として，建築限界等の寸法制限を受ける場合に評価する．

部材厚を薄くできることは，軽量化で評価し，寸法制限への対応では評価しない．

評価項目：[⑧デザイン性]

構造物の要求性能として，デザイン(意匠)が求められる場合に評価する．

(3) 施工性

製作，運搬，敷設の他，プレキャスト化した際の接合部施工等の影響を含めて評価する．

(4) コスト

イニシャルコストのみの評価ではなく，LCC も考慮した可能性で評価する．

3.4.2　総合評価

各項目の総合的な評価となるが，(1)耐久性と(2)構造性能は最終的に(3)施工性と(4)コストとに密接な関係があり，UFC 適用の実現性から判断すると，(3)施工性と(4)コストは重要なファクターとなる．そのため，総合評価は，(3)施工性と(4)コストに重点を置いた評価とする．

総合評価の判定基準を以下のとおりとする．

① [(3)施工性]と[(4)コスト]の両方の評価が【◎】の場合，総合評価は【◎】とする．

② [(3)施工性]と[(4)コスト]の両方の評価が【○】の場合，総合評価は【○】とする．

③ [(3)施工性]か[(4)コスト]のいずれかの評価が【△】の場合，総合評価は【△】とする．

④ [(3)施工性]か[(4)コスト]のいずれかの評価が【◎】で，[(1)耐久性]と[(2)構造性能]の評価の半数以上が【◎】の場合，総合評価は【◎】とし，【◎】が半数未満の場合は総合評価を【○】とする．

表－3.4.1　総合評価の基準

総合評価		施工性		
		◎	○	△
コスト	◎	◎	◎ or ○	△
	○	◎ or ○	○	△
	△	△	△	△

各評価項目に対する評価記号の定義は以下のとおりとする．

◎：当該構造物への UFC 適用は大きな効果が見込まれ，UFC 構造物実現の可能性が高い．

○：当該構造物への UFC 適用はある程度の効果が見込まれ，UFC 構造物実現の可能性がある．

△：現状では UFC 適用の効果が十分ではなく，UFC 構造物実現の可能性が低い．

3.5　評価一覧表および個別評価表

評価表の各項目について，以下に示す．

表－3.5.1　評価一覧表より

No.	①-1 対象構造物 名称	①-2 ＵＦＣ適用部位	①-3 既存の構造	② ＵＦＣ実績の有無	③ ＵＦＣ適用種別 新設	③ ＵＦＣ適用種別 補修・補強	④ ＵＦＣ適用の可能性の評価 耐久性 耐摩耗性	耐衝撃性	耐凍害性	耐塩害性	耐化学的侵食性	構造性能 軽量化	寸法制限への対応	デザイン性	施工性	コスト	総合評価
1	桟橋	床版	RC	有	○	○	◎	—	◎	◎	—	◎	○	—	◎	○	◎

表－3.5.2　個別評価表より

個別評価表【No.1】

Ｎｏ．	①-1 対象構造物名	桟橋 ①-3	既存構造	RC
1	①-2 ＵＦＣ適用部位	床版 ②	ＵＦＣ実績	有

発　注　者：国土交通省　北陸地方整備局
件　　名：伏木富山港桟橋

年度版（太平洋セメント（株））

⑤　④

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	車両の走行や砂礫を含む波浪・波しぶき、流氷等から受ける摩耗作用に対し、非常に有効。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	海水や飛来塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合において、コンパクトな断面設計が可能である。	○
デザイン性	—	—
施工性	軽量化による運搬・設置が容易になり、施工の合理化が大いに可能である。	◎
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用は大きな効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性が高い。	◎
備考		

①対象構造物

1) 対象構造物名　：　3.2 対象構造物により選定した対象構造物名を示す．

2) UFC 適用部位　：　対象構造物において，UFC の適用が考えられる部位を示す．
UFC の実績がある場合には適用されている部位を示す．

3) 既存の構造　：　既存の構造における適用部位の材質を示す．

②UFC 実績の有無

UFC による施工実績の有無を示す．

③UFC 適用種別

UFC の適用が考えられる種別を示す．

UFC の実績がある場合には，用いられた種別を示す．

④UFC 適用の可能性の評価

3.3 評価項目に対する 3.4 評価方法による評価結果を示す．

⑤評価コメント

評価を定めた根拠を示す．

なお，個別評価表（No.1 から No.53）では対象構造物（種類）の全般的な評価をしており、用いた写真や図は，そのイメージを把握するために引用したものである．

評価一覧表（その１）

No.	対象構造物				ＵＦＣ実績の有無	ＵＦＣ適用種別		ＵＦＣ適用の可能性の評価										
								耐久性					構造性能			施工性	コスト	総合評価
		名称	ＵＦＣ適用部位	既存の構造		新設	補修・補強	耐摩耗性	耐衝撃性	耐凍害性	耐塩害性	耐化学的侵食性	軽量化	寸法制限への対応	デザイン性			
1	港湾・河川内構造物	桟橋	床版	RC	有	○	○	◎	—	◎	◎	—	◎	○	—	◎	○	◎
2		浮桟橋	浮体	PC, 鋼	無	○	—	◎	—	◎	◎	—	◎	○	—	○	○	○
3		矢板式岸壁・護岸	矢板	PC, 鋼	無	○	—	◎	—	◎	◎	—	—	○	—	○	○	○
4		消波ケーソン堤	消波部材（スリット等）	RC	無	○	○	◎	—	◎	◎	—	—	—	—	△	△	△
5		カーテン式防波堤	本体	RC	無	○	○	◎	—	◎	◎	—	—	—	—	△	△	△
6		浮防波堤	浮体	RC	無	○	—	◎	—	◎	◎	—	◎	—	—	○	△	△
7		プラットフォーム	床版	鋼	無	○	—	—	—	◎	◎	◎	◎	○	—	○	○	○
8		コンテナヤード	ＰＣ舗装版	PC	無	○	—	◎	○	◎	◎	—	○	○	—	○	○	○
9		プラントパージ	函体	PC, 鋼	無	○	—	◎	—	—	◎	◎	◎	○	—	△	△	△
10		人工地盤	主構造	RC, PC	無	○	—	—	—	◎	◎	—	◎	○	○	○	○	○
11		水門・樋門	ゲート柱	RC	無	○	—	—	—	◎	—	—	—	—	—	△	△	△
12		低床護岸	コンクリートブロック	RC	無	○	—	◎	—	◎	—	—	○	○	○	○	○	○
13		水路トンネル	内側面	RC	有	—	○	◎	—	—	—	◎	◎	◎	—	◎	○	◎
14		開水路	開水路壁	RC	有	○	—	◎	—	◎	—	◎	◎	◎	◎	◎	○	◎
15		橋脚表面保護	橋脚表面	RC, 鋼	有	—	○	◎	—	◎	◎	—	—	◎	—	○	○	○
16	ダム附帯構造物	水叩き	水叩き	RC	有	○	—	◎	○	◎	—	—	—	◎	—	○	○	○
17		洪水吐き	エプロン部・隔壁	RC	有	○	—	◎	○	◎	—	—	—	◎	—	○	○	○
18		導流壁	隔壁	RC	有	○	—	◎	○	◎	—	—	—	◎	—	○	○	○
19		副ダム	底版・隔壁	RC	無	○	—	◎	○	◎	—	—	—	—	—	○	○	○
20		魚道スリット	隔壁・魚道	RC	無	○	—	◎	○	◎	—	—	—	◎	◎	○	○	○
21	道路・鉄道構造物（１）	覆道柱	柱	RC	無	○	—	—	—	◎	◎	—	◎	◎	○	○	○	○
22		スノーシェッド主梁	主梁	PC, RC	無	○	—	—	—	◎	◎	—	◎	◎	○	○	○	○
23		ロックシェッド主梁	主梁	PC, RC	無	○	—	—	◎	◎	◎	—	◎	◎	○	○	○	○
24		スノーシェルター主桁	主桁	PC, RC	無	○	—	—	—	◎	◎	—	◎	◎	○	○	○	○
25		覆工板	本体	RC, 鋼	有	○	—	◎	○	—	—	—	◎	—	—	○	△	△
26		プレキャスト壁高欄（鉄道用）	本体	RC, 鋼	有	○	—	—	—	—	—	—	◎	◎	◎	◎	○	◎
27		プレキャスト壁高欄（道路用）	本体	RC, 鋼	無	○	—	—	○	—	◎	—	◎	◎	◎	○	○	○

評価一覧表（その２）

No.	対象構造物				ＵＦＣ実績の有無	ＵＦＣ適用種別		ＵＦＣ適用の可能性の評価										
								耐久性					構造性能			施工性	コスト	総合評価
		名称	ＵＦＣ適用部位	既存の構造		新設	補修・補強	耐摩耗性	耐衝撃性	耐凍害性	耐塩害性	耐化学的侵食性	軽量化	寸法制限への対応	デザイン性			
28	道路・鉄道構造物（２）	プレテンション桁	本体	PC	有	○	—	—	—	◎	◎	—	◎	◎	○	◎	○	◎
29		ポストテンション桁	本体	PC	有	○	—	—	—	◎	◎	—	◎	◎	○	◎	○	◎
30		プレキャスト擁壁	本体	ｺﾝｸﾘｰﾄ	無	○	—	—	—	◎	◎	—	◎	◎	○	○	○	○
31		歩道床版	床版	RC	有	○	—	—	—	◎	◎	—	◎	—	—	◎	○	◎
32		防風柵	本体	鋼	無	○	—	—	—	◎	◎	—	◎	—	○	○	△	△
33		防風雪施設	主構造	RC, 鋼	無	○	—	—	—	◎	◎	—	◎	○	○	○	△	△
34		PC杭	杭体	PC	無	○	—	—	—	—	—	—	◎	—	—	○	△	△
35		PCポール	本体	PC	無	○	—	—	—	◎	◎	—	◎	○	—	○	△	△
36		ヒューム管	管体	RC	無	○	—	◎	—	◎	◎	◎	◎	—	—	○	△	△
37		PC管	管体	PC	無	○	—	◎	—	◎	◎	◎	◎	—	—	○	△	△
38		プレホール	本体	RC	無	○	—	◎	—	◎	◎	◎	◎	—	—	○	△	△
39		台付鉄筋コンクリート管	管体	RC	無	○	—	◎	—	◎	◎	◎	◎	—	—	○	△	△
40		ボックスカルバート	本体	PC	無	○	—	—	—	◎	◎	—	◎	○	—	○	△	△
41		PCフリューム	本体	PC	無	○	—	◎	—	◎	◎	—	◎	—	○	○	△	△
42		シールド工法セグメント	本体	RC	無	○	—	—	—	—	—	—	◎	○	—	○	△	△
43		流雪溝	本体	RC	無	○	—	◎	—	◎	◎	◎	◎	—	—	○	△	△
44	容器構造物	貯水槽	本体	RC	無	○	—	—	—	◎	—	—	◎	—	—	○	△	△
45		消化槽・処理槽	本体	RC	無	○	—	—	—	◎	—	◎	◎	—	—	○	△	△
46		貯油槽	本体	RC, 鋼	無	○	—	—	—	◎	—	◎	◎	—	—	○	△	△
47	その他	耐震壁	壁部材	RC, 鋼	有	—	○	—	—	○	—	—	◎	◎	◎	◎	○	◎
48		風力発電所タワー	柱	鋼	無	○	—	—	—	◎	◎	—	◎	—	—	△	△	△
49		立体駐車場スラブデッキ	スラブ	RC+鋼	無	○	—	◎	—	◎	◎	—	◎	—	—	○	○	○
50		ルーバー	本体	鋼	有	○	—	—	—	◎	◎	—	◎	◎	◎	◎	○	◎
51		エクステリア	エクステリア	多種	有	○	—	◎	—	◎	◎	—	◎	◎	◎	◎	○	◎
52		ストラット	ストラット	PC, RC	有	○	—	—	—	◎	○	◎	◎	◎	—	◎	○	◎
53		補強土壁	支圧プレート・摩擦プレート	鋼	有	○	—	—	—	○	○	—	◎	—	—	◎	◎	◎

個別評価表【No.1】

Ｎｏ.	対象構造物名	桟橋	既存構造	RC
1	ＵＦＣ適用部位	床版	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

発　注　者：国土交通省　北陸地方整備局
件　　名：伏木富山港桟橋

UFC構造物

UFC構造物

写真出展:ダクタル施工事例集
2013年度版(太平洋セメント(株))

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	車両の走行や砂礫を含む波浪・波しぶき、流氷等から受ける摩耗作用に対し、非常に有効。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	海水や飛来塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合において、コンパクトな断面設計が可能である。	○
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工の合理化が大いに可能である。	◎
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用は大きな効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性が高い。	◎
備考		

個別評価表【No.2】

Ｎｏ.	対象構造物名	浮桟橋	既存構造	PC,鋼
2	ＵＦＣ適用部位	浮体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既存構造物

出典：『広域防災フロートのさらなる活用に向けて』（H23.10.26 北海道開発局）

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む波浪・波しぶき、または流氷などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	海水や飛来塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合において、コンパクトな断面設計が可能である。	○
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工の合理化が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No.3】

Ｎｏ.	対象構造物名	矢板式岸壁・護岸	既存構造	PC,鋼
3	ＵＦＣ適用部位	矢板	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既存構造物

出典：『北海道開発局 留萌開発建設部 留萌港湾事務所 ホームページ』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む波浪・波しぶき、または流氷などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	海水や飛来塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	—	—
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合において、コンパクトな断面設計が可能である。	○
デザイン性	—	—
施工性	軽量であるため、運搬・設置を比較的容易に行うことが可能である。	○
コスト	ＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No.4】

Ｎｏ.	対象構造物名	消波ケーソン堤	既存構造	RC
4	ＵＦＣ適用部位	消波部材（スリット等）	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

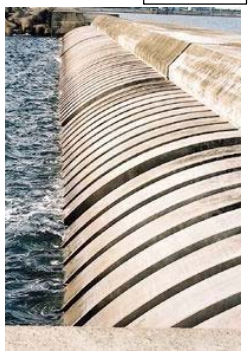
◆雷電海岸

既存構造物

出典：ＵＦＣ小委員会 木村委員撮影

◆曲面スリットケーソン

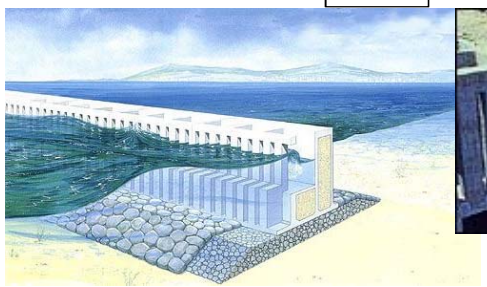
既存構造物



出典：（一社）日本埋設浚渫協会ＨＰ

◆ステップスリットケーソン

既存構造物



出典：国土交通省近畿地方整備局ＨＰ

◆ボックススリットケーソン

既存構造物

出典：ＪＦＥエンジニアリングＨＰ

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む波浪・波しぶき、または流氷などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	海水や飛来塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	—	—
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	部材のプレキャスト化により施工の合理化が期待できる。	△
コスト	ＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No.5】

Ｎｏ.	対象構造物名	カーテン式防波堤	既存構造	RC
5	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既存構造物

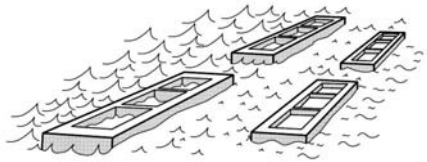
出典：港湾ＰＣ構造物研究会ＨＰ

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む波浪・波しぶき、または流氷などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	海水や飛来塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	—	—
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	部材のプレキャスト化により施工の合理化が期待できる。	△
コスト	ＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No.6】

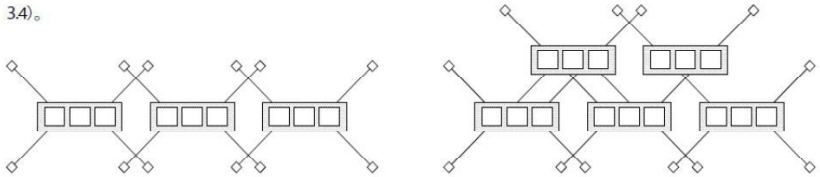
Ｎｏ.	対象構造物名	浮防波堤	既存構造	RC
6	ＵＦＣ適用部位	浮体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

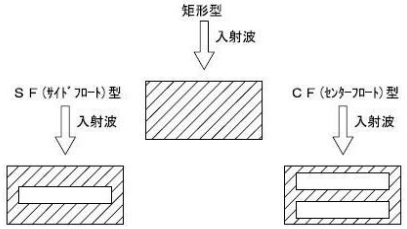


図－3.3　浮防波堤イメージ図

3.4)。



図－3.4　浮防波堤の平面配置



図－3.5　浮防波堤の構造形式

出典：港湾ＰＣ構造物研究会ＨＰ

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む波浪・波しぶき、または流氷などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	海水や飛来塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工の合理化が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No.7】

Ｎｏ．	対象構造物名	プラットフォーム	既存構造	鋼
7	ＵＦＣ適用部位	床版	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既存構造物

出典：　Justin Timperio（フリー画像・写真素材サイトGATAG）

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	海水や飛来塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	石油関連の化学物質に対して、高い耐久性を有する。	◎
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合において、コンパクトな断面設計が可能である。	○
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工の合理化が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No.8】

Ｎｏ．	対象構造物名	コンテナヤード	既存構造	PC
8	ＵＦＣ適用部位	ＰＣ舗装版	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既存構造物

既存構造物

出典：『苫小牧港 西地区 商港地区 国際海上コンテナターミナル整備事業
再評価原案準備書説明資料』（平成18年度 北海道開発局）

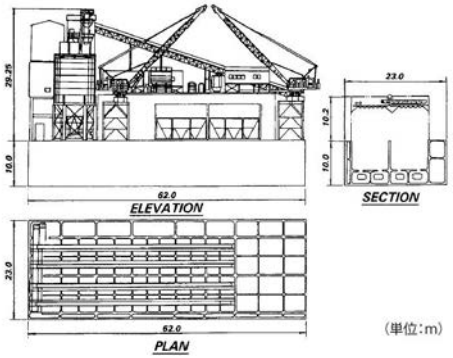
評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	コンテナ荷役作業や運送車両の走行などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効。	◎
耐衝撃性	コンテナ荷役作業や運送車両などから受ける衝撃作用に対して、有効である。	○
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	海水や飛来塩分、凍結防止剤から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	○
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合において、コンパクトな断面設計が可能である。	○
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工の合理化が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No. 9】

Ｎｏ．	対象構造物名	プラントパージ	既存構造	PC, 鋼
9	ＵＦＣ適用部位	函体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既存構造物



出典：港湾ＰＣ構造物研究会ＨＰ

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む波浪・波しぶきなどから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	—	—
耐塩害性	海水や飛来塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	石油関連の化学物質に対して、高い耐久性を有する。	◎
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合において、コンパクトな断面設計が可能である。	○
デザイン性	—	—
施工性	部材のプレキャスト化により施工の合理化が期待できる。	△
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No. 10】

Ｎｏ．	対象構造物名	人工地盤	既存構造	RC, PC
10	ＵＦＣ適用部位	主構造	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

◆青苗漁港人工地盤

既存構造物

出典：株式会社住軽日軽エンジニアリングＨＰ　　出典：株式会社ピーエス三菱ＨＰ

◆ウトロ漁港人工地盤

既存構造物

出典：株式会社ピーエス三菱ＨＰ

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	海水や飛来塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材寸法を縮小することができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合において、コンパクトな断面設計が可能である。	○
デザイン性	無配筋のため、曲線部材や任意形状への対応が可能で、テクスチャーの付加も容易である。	○
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工の合理化が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考	RC部材とUFC部材（ﾌﾟﾚｷｬｽﾄ）の使い分け、接合部を含むRC部材の耐久性等の検討が必要	

個別評価表【No.11】

Ｎｏ．	対象構造物名	水門・樋門	既存構造	RC
11	ＵＦＣ適用部位	ゲート柱	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既存構造物

既存構造物

出典：『改訂 解説・工作物設置許可基準』
（H10.11.10 河川管理技術協会編（財)国土開発技術研究センター）

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	—	—
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	部材のプレキャスト化により施工の合理化が期待できる。	△
コスト	ＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No.12】

Ｎｏ．	対象構造物名	低床護岸	既存構造	RC
12	ＵＦＣ適用部位	コンクリートブロック	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既存構造物

出典：『北海道開発局 帯広開発建設部 帯広河川事務所 ホームページ』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	○
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合において、部材厚を薄くした設計が可能である。	○
デザイン性	無配筋のため、曲線部材や任意形状への対応が可能で、テクスチャーの付加も容易である。	○
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工の合理化が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No.13】

Ｎｏ．	対象構造物名	水路トンネル	既存構造	RC
13	ＵＦＣ適用部位	内側面	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

発　注　者：農林水産省 東海農政局
参考部材寸法：ｔ =25mm
施 工 面 積：5200m²

UFC構造物

発　注　者：農林水産省 関東農政局
参考部材寸法：ｔ =30mm
施 工 面 積：6000m²

UFC構造物

写真出展:ダクタル施工事例集
2013年度版(太平洋セメント(株))

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	—	—
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	土中や流水中の化学物質（硫酸塩等）に対して、高い耐久性を有する。	◎
軽量化	厚さ25mmなどの薄肉化により、従来にない軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	薄肉部材とすることで、補修時の水路断面損失を最小限にできるため、非常に有効である。	◎
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工の合理化が大いに可能である。	◎
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用は大きな効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性が高い。	◎
備考	水路トンネルとして、粗度係数の低さも大きなメリットの一つ	

個別評価表【No.14】

Ｎｏ．	対象構造物名	開水路	既存構造	RC
14	ＵＦＣ適用部位	開水路壁	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

発　注　者：滋賀県 南部振興局
参考部材寸法：ｔ =25mm
施 工 延 長：450m

UFC構造物

UFC構造物

UFC構造物

写真出展:ダクタル施工事例集
2013年度版(太平洋セメント(株))

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	土中や流水中の化学物質（硫酸塩等）に対して、高い耐久性を有する。	◎
軽量化	厚さ25mmなどの薄肉化により、従来にない軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	薄肉部材とすることで、補修時の水路断面損失を最小限にできるため、非常に有効である。	◎
デザイン性	無配筋であるため、意匠性も併せたデザインの自由度が高く、非常に有効である。	◎
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工の合理化が大いに可能である。	◎
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用は大きな効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性が高い。	◎
備考	水路として、粗度係数の低さも大きなメリットの一つ	

個別評価表【No.15】

Ｎｏ.	対象構造物名	橋脚表面保護	既存構造	RC,鋼
15	ＵＦＣ適用部位	橋脚表面	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

発注者：中日本高速道路㈱　金沢支社
件　名：北陸自動車道手取川橋

写真提供:太平洋セメント(株)

UFC構造物

UFC構造物

UFC構造物

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	海水や飛来塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	—	—
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合に、部材厚を薄くした設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	—	—
施工性	軽量であるため、運搬・設置を比較的容易に行う事が可能である。	○
コスト	ＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No.16】

Ｎｏ.	対象構造物名	水叩き	既存構造	RC
16	ＵＦＣ適用部位	水叩き	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

UFC構造物

UFC構造物

UFC構造物

写真提供:太平洋セメント(株)

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける衝撃作用に対して、有効である。	○
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	—	—
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合に、部材厚を薄くした設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	—	—
施工性	軽量であるため、運搬・設置を比較的容易に行う事が可能である。	○
コスト	ＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No.17】

Ｎｏ．	対象構造物名	洪水吐き	既存構造	RC
17	ＵＦＣ適用部位	エプロン部・隔壁	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

発注者：九州電力㈱
件　名：川辺川第一発電所　川辺川第一取水堰

UFC構造物

UFC構造物

UFC構造物

写真提供：太平洋セメント(株)

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける衝撃作用に対して、有効である。	○
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	—	—
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合に、部材厚を薄くした設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	—	—
施工性	軽量であるため、運搬・設置を比較的容易に行う事が可能である。	○
コスト	ＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考	事例では設置後の豪雨により、普通コン(σ=21N/mm2)とUFC部で磨耗差が10倍程度となっている。	

個別評価表【No.18】

Ｎｏ．	対象構造物名	導流壁	既存構造	RC
18	ＵＦＣ適用部位	隔壁	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

写真提供：太平洋セメント(株)

発注者：東日本旅客鉄道㈱信濃川発電所
件　名：宮中堰堤歯型その他修繕工事

UFC構造物

UFC構造物

発注者：五城土地改良区
件　名：三国川頭首工

UFC構造物

発注者：新潟地域振興局　新津農業振興部
件　名：早出川頭首工

UFC構造物

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける衝撃作用に対して、有効である。	○
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	—	—
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合に、部材厚を薄くした設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	—	—
施工性	軽量であるため、運搬・設置を比較的容易に行う事が可能である。	○
コスト	ＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No. 19】

Ｎｏ．	対象構造物名	副ダム	既存構造	RC
19	ＵＦＣ適用部位	底版・隔壁	ＵＦＣ実績	無

ＵＦＣ構造物の図面・写真

発注者：石川県
件　名：辰巳ダム本体工事

写真提供:太平洋セメント(株)

UFC構造物

UFC構造物

UFC構造物

UFC構造物

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける衝撃作用に対して、有効である。	○
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	—	—
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量であるため、運搬・設置を比較的容易に行う事が可能である。	○
コスト	ＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No. 20】

Ｎｏ．	対象構造物名	魚道スリット	既存構造	RC
20	ＵＦＣ適用部位	隔壁・魚道	ＵＦＣ実績	無

ＵＦＣ構造物の図面・写真

発注者：国土交通省　関東地方整備局
件　名：各種低床護岸工事

写真提供:太平洋セメント(株)

UFC構造物

UFC構造物

UFC構造物

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける衝撃作用に対して、有効である。	○
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	—	—
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合に、部材厚を薄くした設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	無配筋であるため、意匠性も併せたデザインの自由度が高く、非常に有効である。	◎
施工性	軽量であるため、運搬・設置を比較的容易に行う事が可能である。	○
コスト	ＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

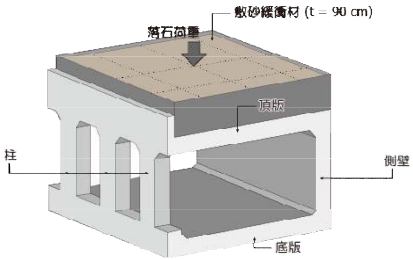
個別評価表【No.21】

Ｎｏ．	対象構造物名	覆道柱	既存構造	RC
21	ＵＦＣ適用部位	柱	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既存構造物

既存構造物



出典：木村委員撮影

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	飛来塩分や凍結防止剤から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材寸法を縮小することができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	建築限界等の制約条件がある場合に、コンパクトな断面設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	無配筋であるため、曲線部材や任意形状への対応が可能である。	○
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No.22】

Ｎｏ．	対象構造物名	スノーシェッド主梁	既存構造	PC, RC
22	ＵＦＣ適用部位	主梁	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既存構造物

既存構造物

既存構造物

既存構造物

出典：『日本サミコン(株) ホームページ』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	凍結防止剤から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材寸法を縮小することができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	建築限界等の制約条件がある場合に、コンパクトな断面設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	無配筋であるため、曲線部材や任意形状への対応が可能である。	○
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No. 23】

Ｎｏ．	対象構造物名	ロックシェッド主梁	既存構造	PC, RC
23	ＵＦＣ適用部位	主梁	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既存構造物

既存構造物

既存構造物

出典：『日本サミコン(株) ホームページ』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	落石などから受ける衝撃作用に対して、非常に有効である。	◎
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	凍結防止剤から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材寸法を縮小することができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	建築限界等の制約条件がある場合に、コンパクトな断面設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	無配筋であるため、曲線部材や任意形状への対応が可能である。	○
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No. 24】

Ｎｏ．	対象構造物名	スノーシェルター主桁	既存構造	PC, RC
24	ＵＦＣ適用部位	主桁	ＵＦＣ実績	無

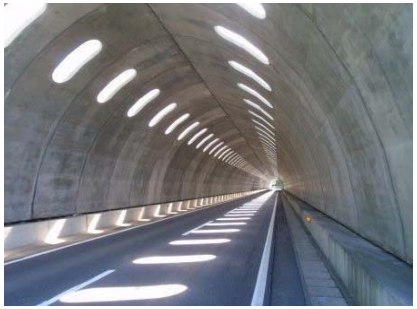
既存構造物の図面・写真

既存構造物

既存構造物

既存構造物

既存構造物



出典：『日本サミコン(株) ホームページ』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	凍結防止剤から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材寸法を縮小することができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	建築限界等の制約条件がある場合に、コンパクトな断面設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	無配筋であるため、曲線部材や任意形状への対応が可能である。	○
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No.25】

Ｎｏ．	対象構造物名	覆工板	既存構造	RC,鋼
25	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

UFC構造物

写真提供:太平洋セメント(株)

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	車両の走行や工事作業などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	車両の走行や工事作業などから受ける衝撃作用に対して、有効である。	○
耐凍害性	—	—
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No.26】

Ｎｏ．	対象構造物名	プレキャスト壁高欄（鉄道用）	既存構造	RC,鋼
26	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

発　注　者：阪神電気鉄道株式会社
参考部材寸法：H1500mm × L1995mm
（最小部材厚　t　=20mm）

UFC構造物

写真出展:ダクタル施工事例集
2013年度版(太平洋セメント(株))

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	—	—
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	建築限界等の制約条件がある場合に、コンパクトな断面設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	無配筋であるため、意匠性も併せたデザインの自由度が高く、非常に有効である。	◎
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が大いに可能である。	◎
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用は大きな効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性が高い。	◎
備考		

個別評価表【No.27】

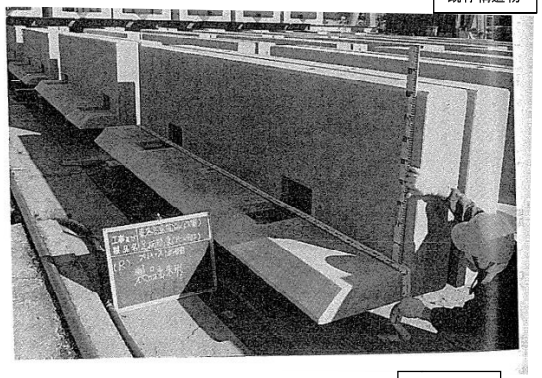
Ｎｏ．	対象構造物名	プレキャスト壁高欄（道路用）	既存構造	RC, 鋼
27	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

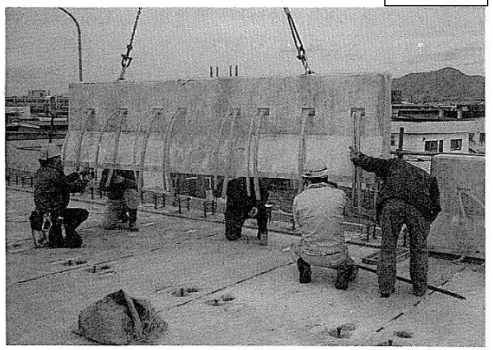
○従来コンクリートの事例

写真提供:太平洋セメント(株)

既存構造物



既存構造物



評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	車両の衝突などから受ける衝撃作用に対して、有効である。	○
耐凍害性	—	—
耐塩害性	飛来塩分や凍結防止剤から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	建築限界等の制約条件がある場合に、コンパクトな断面設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	無配筋であるため、意匠性も併せたデザインの自由度が高く、非常に有効である。	◎
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

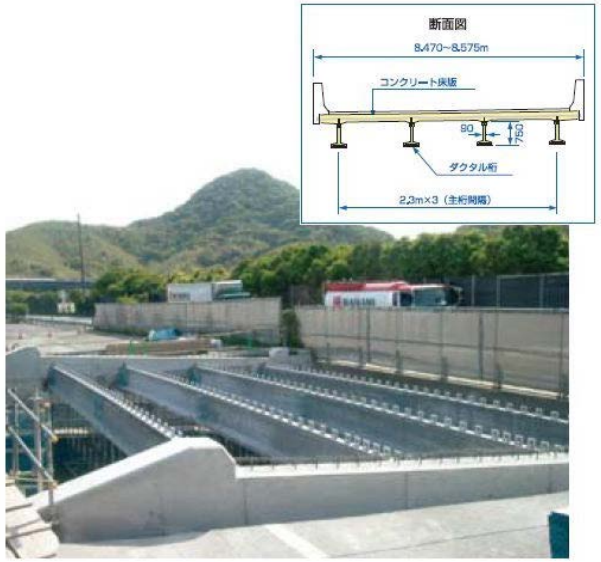
個別評価表【No.28】

Ｎｏ．	対象構造物名	プレテンション桁	既存構造	PC
28	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

発 注 者：西日本高速道路株式会社 九州支社
橋　　種：ＰＣ道路橋（Ｂ活荷重）
構造形式：単径間 PC 合成桁橋
橋　　長：16.617m
幅　　員：8.470 ～ 8.575m
桁　　高：1.0m（ダクタル桁 0.75 m＋コンクリート床版 0.25m）

UFC構造物



写真出展:ダクタル施工事例集
2013年度版（太平洋セメント(株)）

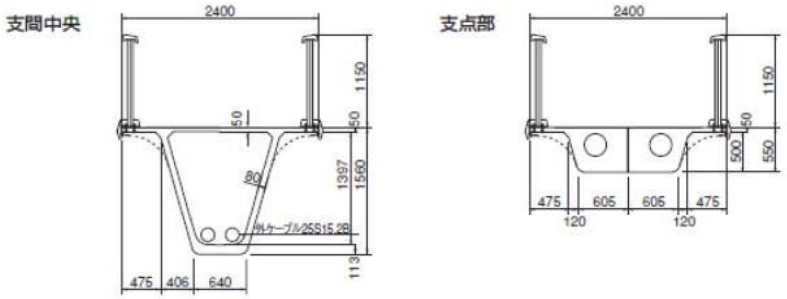
評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	飛来塩分や凍結防止剤から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材寸法を縮小することができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	建築限界等の制約条件がある場合に、コンパクトな断面設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	無配筋であるため、曲線部材や任意形状への対応が可能である。	○
施工性	軽量化できるため運搬・架設が容易となり、施工性の向上が大いに可能である。	◎
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用は大きな効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性が高い。	◎
備考		

個別評価表【No. 29】

Ｎｏ．	対象構造物名	ポストテンション桁	既存構造	PC
29	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

UFC構造物



出典：『大成建設（株） ホームページ』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	飛来塩分や凍結防止剤から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材寸法を縮小することができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	建築限界等の制約条件がある場合に、コンパクトな断面設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	無配筋であるため、曲線部材や任意形状への対応が可能である。	○
施工性	軽量化できるため運搬・架設が容易となり、施工性の向上が大いに可能である。	◎
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用は大きな効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性が高い。	◎
備考		

個別評価表【No. 30】

Ｎｏ．	対象構造物名	プレキャスト擁壁	既存構造	ｺﾝｸﾘｰﾄ
30	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既存構造物

既存構造物

出典：『日本高圧コンクリート（株） カタログ』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	飛来塩分や凍結防止剤から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	建築限界等の制約条件がある場合に、コンパクトな断面設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	無配筋であるため、曲線部材や任意形状への対応が可能である。	○
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No. 31】

Ｎｏ．	対象構造物名	歩道床版	既存構造	RC
31	ＵＦＣ適用部位	床版	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

発注者：東北地方整備局　酒田河川国道事務所
件　名：宮海橋側道橋床版他補修工事

写真提供:太平洋セメント(株)

UFC構造物

UFC構造物

発注者：九州地方整備局　延岡河川国道事務所
件　名：砂田橋側道床版補修工事（仮称）

UFC構造物

UFC構造物

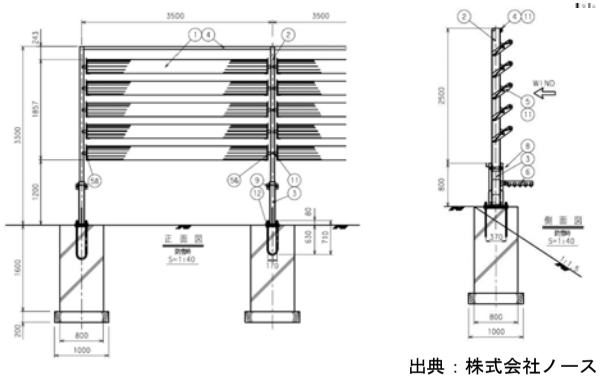
評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	飛来塩分や凍結防止剤から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・架設が容易となり、施工性の向上が大いに可能である。	◎
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用は大きな効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性が高い。	◎
備考		

個別評価表【No. 32】

Ｎｏ．	対象構造物名	防風柵	既存構造	鋼
32	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既設構造物



出典：株式会社ノースプランＨＰ

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	飛来塩分や凍結防止剤から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	無配筋であるため、曲線部材や任意形状への対応が可能である。	○
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No.33】

Ｎｏ．	対象構造物名	防風雪施設	既存構造	RC,鋼
33	ＵＦＣ適用部位	主構造	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既設構造物

既設構造物

出典：港内防風雪施設設計評価マニュアル（案）（平成23年3月）寒地土木研究所

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	飛来塩分や凍結防止剤から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材寸法を縮小することができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合において、部材厚を薄くした設計が可能である。	○
デザイン性	無配筋であるため、曲線部材や任意形状への対応が可能である。	○
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No.34】

Ｎｏ．	対象構造物名	PC杭	既存構造	PC
34	ＵＦＣ適用部位	杭体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

・ＰＨＣ杭

既設構造物

出典：『日本高圧コンクリート(株) ホームページ』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	—	—
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考	既存のPC杭の製造方法である遠心力製法では、UFCの流動性が高すぎて型枠に付着させるのが困難となる。	

個別評価表【No.35】

Ｎｏ．	対象構造物名	PCポール	既存構造	PC
35	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既設構造物

既設構造物

既設構造物

出典：『日本高圧コンクリート(株) ホームページ』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	飛来塩分や凍結防止剤から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合において、部材厚を薄くした設計が可能である。	○
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考	既存のPCポールの製造方法である遠心力製法では、UFCの流動性が高すぎて型枠に付着させるのが困難となる。	

個別評価表【No.36】

Ｎｏ．	対象構造物名	ヒューム管	既存構造	RC
36	ＵＦＣ適用部位	管体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既設構造物

出典：『日本高圧コンクリート(株) ホームページ』

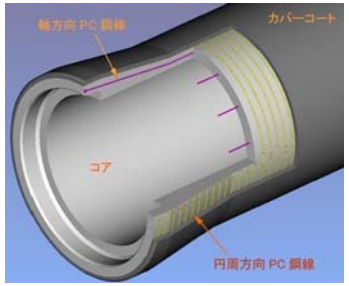
評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	流水中の塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	土中や流水中の化学物質（硫酸塩等）に対して、高い耐久性を有する。	◎
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考	既存のヒューム管の製造方法である遠心力製法では、UFCの流動性が高すぎて型枠に付着させるのが困難となる。	

個別評価表【No.37】

Ｎｏ．	対象構造物名	PC管	既存構造	PC
37	ＵＦＣ適用部位	管体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既設構造物



出典：『日本高圧コンクリート(株) ホームページ』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	流水中の塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	土中や流水中の化学物質（硫酸塩等）に対して、高い耐久性を有する。	◎
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考	既存のPC管の製造方法である遠心力製法では、UFCの流動性が高すぎて型枠に付着させるのが困難となる。	

個別評価表【No.38】

Ｎｏ．	対象構造物名	プレホール	既存構造	RC
38	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既設構造物

既設構造物

出典：『日本高圧コンクリート(株) ホームページ』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	流水中の塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	土中や流水中の化学物質（硫酸塩等）に対して、高い耐久性を有する。	◎
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考	既存のプレホールの製造方法である遠心力製法では、UFCの流動性が高すぎて型枠に付着させるのが困難となる。	

個別評価表【No. 39】

Ｎｏ．	対象構造物名	台付鉄筋コンクリート管	既存構造	RC
39	ＵＦＣ適用部位	管体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既設構造物

出典：『日本高圧コンクリート(株) ホームページ』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	流水中の塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	土中や流水中の化学物質（硫酸塩等）に対して、高い耐久性を有する。	◎
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考	既存の管の製造方法である遠心力製法では、UFCの流動性が高すぎて型枠に付着させるのが困難となる。	

個別評価表【No. 40】

Ｎｏ．	対象構造物名	ボックスカルバート	既存構造	PC
40	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既設構造物

既設構造物

出典：『日本高圧コンクリート(株) ホームページ』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	流水中の塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合において、部材厚を薄くした設計が可能である。	○
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No.41】

Ｎｏ.	対象構造物名	PCフリューム	既存構造	PC
41	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既設構造物

既設構造物

出典：『日本高圧コンクリート(株) ホームページ、カタログ』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	流水中の塩分から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	無配筋であるため、曲線部材や任意形状への対応が可能である。	○
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No.42】

Ｎｏ.	対象構造物名	シールド工法セグメント	既存構造	RC
42	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既設構造物

既設構造物

出典：『日本高圧コンクリート(株) ホームページ』

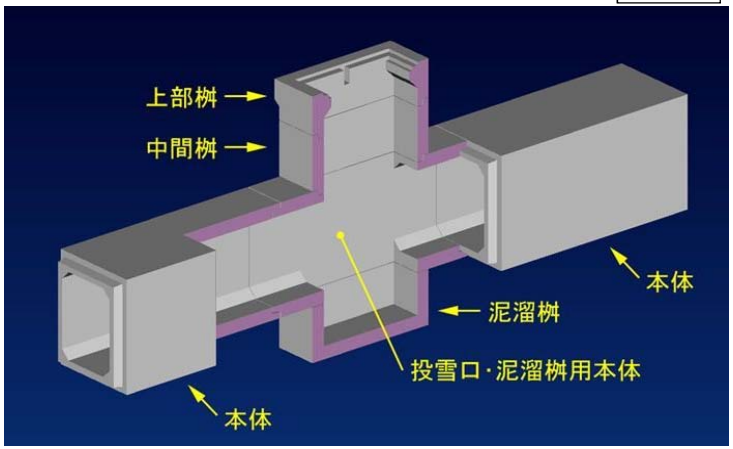
評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	—	—
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合において、部材厚を薄くした設計が可能である。	○
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No. 43】

Ｎｏ．	対象構造物名	流雪溝	既存構造	RC
43	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既設構造物



出典：『日本高圧コンクリート(株) ホームページより』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	砂礫等を含む流水や高速流水などから受ける摩耗作用に対して､非常に有効である。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	凍結防止剤等から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	土中や流水中の化学物質（硫酸塩等）に対して、高い耐久性を有する。	◎
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No. 44】

Ｎｏ．	対象構造物名	貯水槽	既存構造	RC
44	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

発注者：国土交通省　東京航空局
件名　：東京国際空港貯水槽設置工事

既設構造物

既設構造物

出典：株式会社ホクコンＨＰ

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No.45】

Ｎｏ．	対象構造物名	消化槽・処理槽	既存構造	RC
45	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既設構造物

出典：『日本高圧コンクリート(株) ホームページより』

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	対象水中の化学物質（硫酸塩等）に対して、高い耐久性を有する。	◎
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No.46】

Ｎｏ．	対象構造物名	貯油槽	既存構造	RC,鋼
46	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既設構造物

既設構造物

出典：三協機工（株）ＨＰ

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	対象油の化学物質（硫酸塩等）に対して、高い耐久性を有する。	◎
軽量化	部材寸法を縮小することができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No.47】

Ｎｏ.	対象構造物名	耐震壁	既存構造	RC,鋼
47	ＵＦＣ適用部位	壁部材	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

UFC構造物

写真提供:太平洋セメント(株)

UFC構造物

写真の事例は、既存建物の内部や外壁部に後施工で設置したUFC耐震壁の事例である

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	○
耐塩害性	—	—
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	建築限界等の制約条件がある場合に、コンパクトな断面設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	無配筋であるため、意匠性も併せたデザインの自由度が高く、非常に有効である。	◎
施工性	軽量化できるため運搬・架設が容易となり、施工性の向上が大いに可能である。	◎
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用は大きな効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性が高い。	◎
備考		

個別評価表【No.48】

Ｎｏ.	対象構造物名	風力発電所タワー	既存構造	鋼
48	ＵＦＣ適用部位	柱	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既存構造物

風車コンクリートタワーの例

出典：鹿島建設(株)ＨＰ

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	飛来塩分等から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	部材のプレキャスト化により施工の合理化が期待できる。	△
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性を期待できる場合がある。	△
総合評価	現状ではＵＦＣ適用の効果が十分ではなく、ＵＦＣ構造物実現の可能性が低い。	△
備考		

個別評価表【No.49】

Ｎｏ．	対象構造物名	立体駐車場スラブデッキ	既存構造	RC+鋼
49	ＵＦＣ適用部位	スラブ	ＵＦＣ実績	無

既存構造物の図面・写真

既存構造物

既存構造物

出典：(株)大林組

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	車両の走行などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	車両が持ち込む凍結防止剤を含んだ落雪から受ける塩害作用に対し、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・設置が容易となり、施工性の向上が可能である。	○
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用はある程度の効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性がある。	○
備考		

個別評価表【No.50】

Ｎｏ．	対象構造物名	ルーバー	既存構造	鋼
50	ＵＦＣ適用部位	本体	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

発　注　者：沖縄県
件　　名：沖縄 IT 津梁パーク・中核機能支援施設

UFC構造物

写真出展:ダクタル施工事例集
2013年度版(太平洋セメント(株))

UFC構造物

■沖縄県薬剤師会館

UFC構造物

■沖縄県警察運転免許センター

UFC構造物

■ NHK 沖縄放送局

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	飛来塩分等から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材寸法を縮小することができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	構造寸法の制約条件がある場合に、部材厚を薄くした設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	無配筋であるため、意匠性も併せたデザインの自由度が高く、非常に有効である。	◎
施工性	軽量化できるため運搬・架設が容易となり、施工性の向上が大いに可能である。	◎
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用は大きな効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性が高い。	◎
備考		

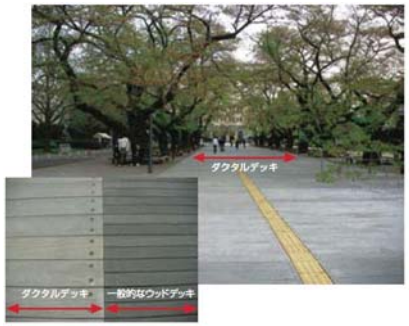
個別評価表【No.51】

Ｎｏ．	対象構造物名	エクステリア	既存構造	多種
51	ＵＦＣ適用部位	エクステリア	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

○ウッドデッキ

UFC構造物



○デザインデッキ

UFC構造物

○公園ベンチ

UFC構造物

○ベンチ

UFC構造物

写真提供：太平洋セメント（株）

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	通常の使用条件下での摩擦などから受ける摩耗作用に対して、非常に有効である。	◎
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	飛来塩分等から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	◎
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	建築限界等の制約条件がある場合に、コンパクトな断面設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	無配筋であるため、意匠性も併せたデザインの自由度が高く、非常に有効である。	◎
施工性	軽量化できるため運搬・架設が容易となり、施工性の向上が大いに可能である。	◎
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用は大きな効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性が高い。	◎
備考		

個別評価表【No.52】

Ｎｏ．	対象構造物名	ストラット	既存構造	PC,RC
52	ＵＦＣ適用部位	ストラット	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真

UFC構造物

UFC構造物

UFC構造物

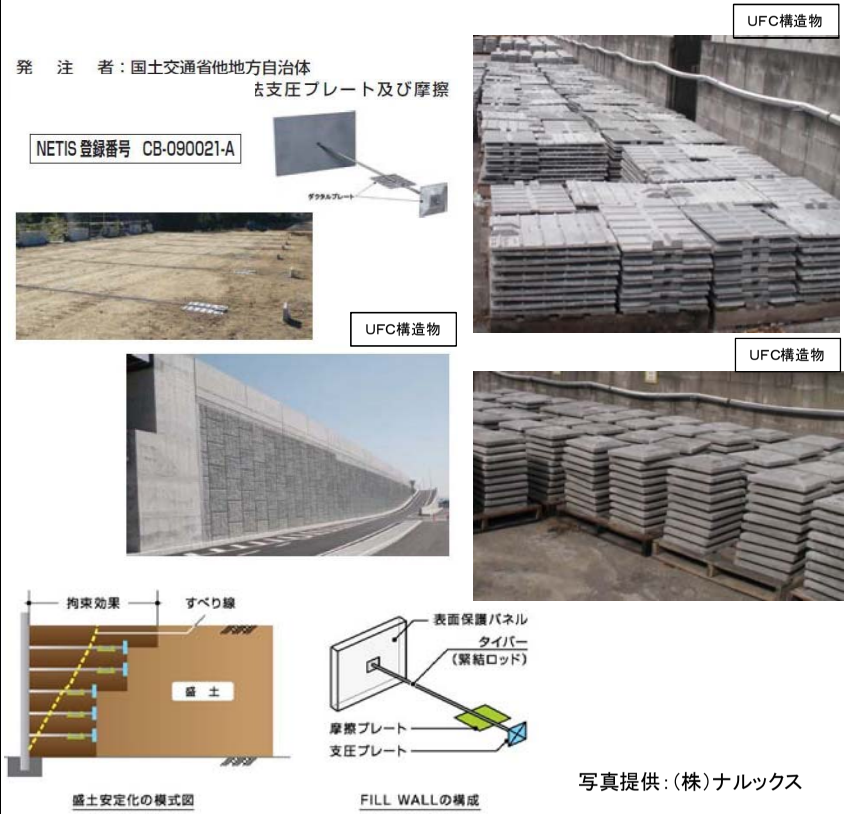
写真提供：太平洋セメント（株）

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	◎
耐塩害性	飛来塩分等から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	○
耐化学的侵食性	排気ガスの影響（ＣＯ2やＮＯｘ等）に対して、高い耐久性を有する。	◎
軽量化	部材寸法を縮小することができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	建築限界等の制約条件がある場合に、コンパクトな断面設計が可能であり、非常に有効。	◎
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・架設が容易となり、施工性の向上が大いに可能である。	◎
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が期待できる。	○
総合評価	ＵＦＣ適用は大きな効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性が高い。	◎
備考		

個別評価表【No.53】

Ｎｏ．	対象構造物名	補強土壁	既存構造	鋼
53	ＵＦＣ適用部位	支圧プレート・摩擦プレート	ＵＦＣ実績	有

ＵＦＣ構造物の図面・写真



写真提供：(株)ナルックス

評価項目	評価コメント	評価
耐摩耗性	—	—
耐衝撃性	—	—
耐凍害性	優れた耐凍害性を有しているため、非常に有効である。	○
耐塩害性	凍結防止剤等から受ける塩害作用に対して、非常に有効である。	○
耐化学的侵食性	—	—
軽量化	部材厚を薄くすることができ、軽量化が可能である。	◎
寸法制限への対応	—	—
デザイン性	—	—
施工性	軽量化できるため運搬・架設が容易となり、施工性の向上が大いに可能である。	◎
コスト	軽量化による施工の合理化とＬＣＣ評価による優位性が大いに期待できる。	◎
総合評価	ＵＦＣ適用は大きな効果が見込まれ、ＵＦＣ構造物実現の可能性が高い。	◎
備考		

4.　有用性が期待できる橋梁上部工試設計

4.1　概説

平成 16 年に土木学会から超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)が発刊されて以来，平成 26 年時点で国内だけでも既に 20 橋以上の上部工実績がある．それらは，UFC の特長である以下の特性に注目して採用に至っている．

・超高強度であることから，桁高を極めて低く抑えることができる．その結果，桁下空間の確保や，アプローチ部の制約条件を満たすことが従来の橋梁に比べて容易になる．

・上部工の軽量化に伴い，下部工・基礎を含む全体系をコンパクトにすることができる．

・緻密な材料特性による耐化学反応性に代表される高耐久性が評価され，長寿命化，メンテナンス費縮小が実現できる．特に海岸近くや温泉地において，その特長が大きく発揮される．

実績の中には羽田空港の GSE 橋梁（空港内の車両通行のみを想定）や三岐鉄道の鉄道橋，羽田モノレールの車両基地への引き込み線や退避線等，自動車荷重や鉄道車両を対象とした橋梁も数橋存在する．一方，実績の多くは歩道橋であり，道路橋構造形式選定作業時に通常は土俵に上がらないのが実情である．一般的な道路橋や鉄道橋への適用が促進されない理由として，以下の事項が挙げられる．

1) 材料費が通常のコンクリートに比べて高価なため，建設時の初期投資コストが高くなることが多い．
2) 工場製プレキャスト部材の使用を基本としているため，運搬・架設コストが嵩むことが多い．
3) プレキャスト部材の運搬には寸法に制限がある．
4) 場所打ち材として適用した場合には，自己収縮への対処に工夫が求められる．また張出し仮設工法や押出し工法などで架設系においても高い強度を期待した施工方法を想定している場合は，期待される強度に達するまでに要する時間が課題となることがある．
5) プレキャスト部材間の接合部にはUFC部材と同一の強度や耐久性を期待することが困難なため，接続部の特性に全体構造としての特性が支配されてしまうことが多い．
6) 床版への繰り返し荷重の影響を確認した実験データは存在するものの，道路橋示方書の最小床版厚制限を逸脱する設計は現実には困難なため，UFC の特長を発揮しきれなくなることがある．
7) 応力面から必要とされる寸法が小さいため，結果として剛性が小さくなり，鋼構造同様にたわみ制限に対して十分な検討が必要となる．

これら負の要因を考慮してもなお，UFC 橋梁に優位性を見いだすには，下記のいずれか，または複数の条件が絡むことが有利に働く．

a. 桁下空間の制限や橋面エレベーションの制限から，支間長に対する桁高を小さく抑える必要がある場合
b. 設計時に橋梁の要求寿命を明確に設定し，ライフサイクルコスト最小を追及する場合
c. 海岸近くや温泉地等，耐腐食性に特に高い仕様を求められる場合
d. 桁下や周囲の環境・条件から，メンテナンス作業自体に制約を受ける場合

本章においては試設計に現実性を持たせる目的から，上記 a に関して具体的な設定を行った上で実施した．また，ライフサイクルコストを従来の PC 構造案および鋼構造案と比較し（従来の

PC 構造案については桁高制限がないものと想定)，UFC 橋梁の有用性を明確に示すこととした．

4.2　構造形状設定背景

(1) 基本条件

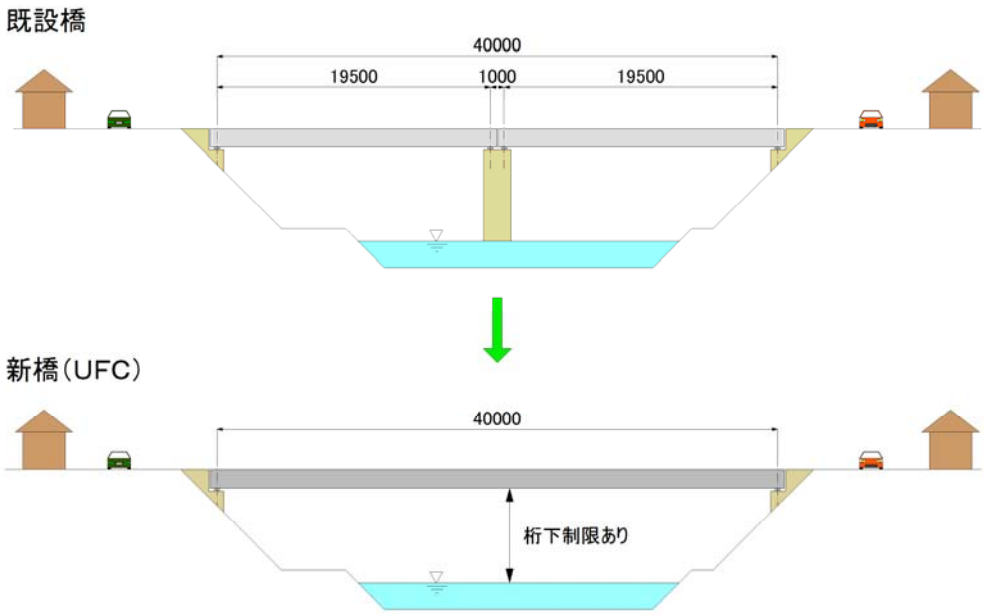
桁高制限に関し，現実に発生頻度の高い状況として，次の想定を行った．

・中規模河川において，河川改修の目的から，2 径間橋梁の中間橋脚を撤去し，支間長 40m の単純桁に架け替える．

・河川両側には道路および建築物が存在するため，橋面エレベーションは現橋と同一とする．

・HWL との関係から，桁下空間を小さくすることも許されない．

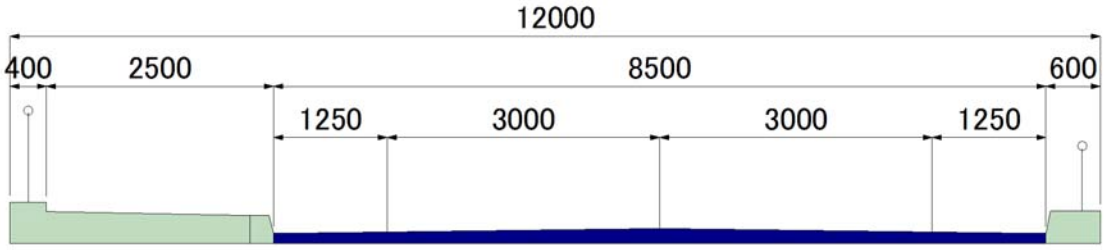
・架設時に仮橋脚やクレーンの設置は可能とする．



図－4.2.1　基本条件イメージ

(2) 幅員構成

3 種 3 級＋片歩道の一般的な道路を想定して幅員を決定した．



図－4.2.2　幅員構成

4.3　試設計において直面した課題と全体構造決定経緯

4.3.1　直面した課題

4.1 にも述べたように，一般車両を対象とする道路橋としての UFC 橋梁の実績は殆どない．東九州自動車道の北九州 JCT 堀越 C ランプ橋や東京国際空港 GSE 橋梁においては，上床版を従来コンクリート製部材とすることで，UFC 床版の設計問題には触れずに済ませている．

本委員会を通して UFC 床版の設計において解決すべき事項が 3 点存在した．

1) 道路橋示方書の最小床版厚の規定を遵守すべきか否か
2) 鉄筋や PC 鋼材が配置されない UFC 床版の，曲げ耐力算定法
3) 上床版とウェブを UFC で一体打設する方法は，大規模架設機材を要するセグメント工法以外にないか．（これまでの箱桁構造の UFC 歩道橋では，上床版はウェブおよび下床版とは別に製作したプレキャスト部材とし，ウェブとの接合方法に工夫を凝らすことで対処していた．繰り返し荷重下での長期的耐久性において弱点となる可能性を排除するには，同様の接合部が少ないに越したことはない．）

以上 3 点のうち，1)の最小版厚に関しては，UFC 床版への繰り返し荷重による実験データはあるものの（※），本委員会で道路橋示方書の規定を覆すには性急すぎるとの判断から，本試設計においては道示の規定を遵守することとした．

2)の曲げ耐力の算定手法に関しては，次節に基本的な考え方を示す．

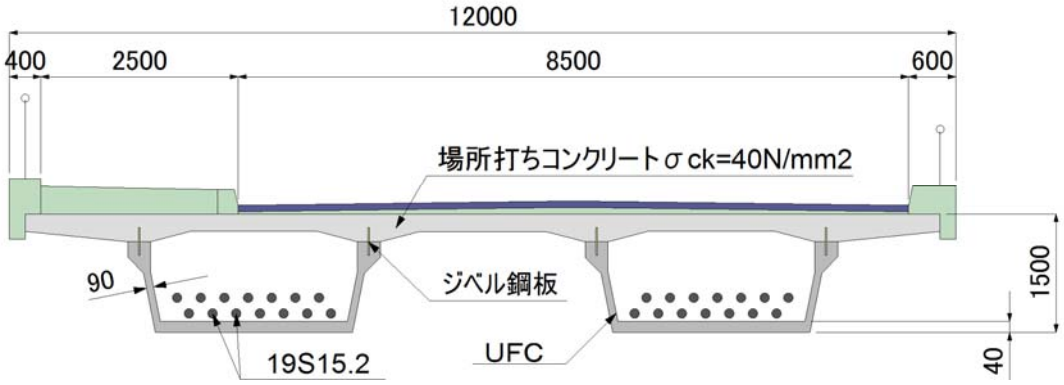
3)の上床版一体型構造については，本試設計においては最終的には，断面下方が開いた特殊な形状にたどりついた．その経緯を簡単に紹介する．

※「ダクタル PC 床版の技術的検討　報告書」（平成 19 年 3 月　財団法人 土木研究センター，大成建設株式会社）

4.3.2　断面形状決定経緯

①　ボックス断面案

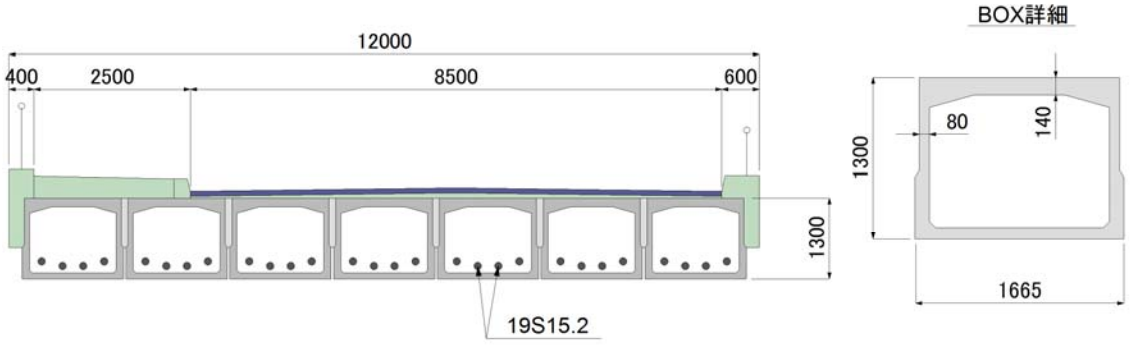
40m スパンであることから，当初，通常の BOX 断面（上下床版，ウェブ全てが UFC のセグメント工法）を想定した．ところが桁高が 1.3m 程度となることから，BOX 内での作業が極めて困難であり，現実的でない．また架設機材が単スパンなのに大がかりになる．



図－4.3.1　ボックス断面案

② 小断面中空ボックス断面案

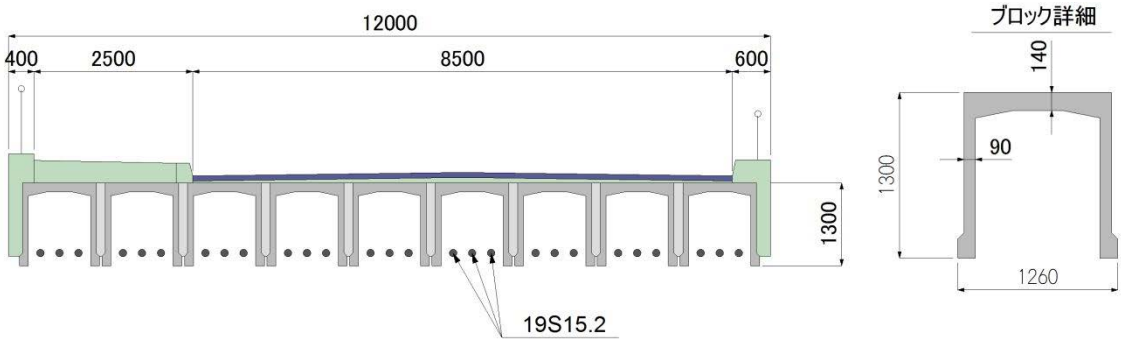
次に検討した形状は，プレテン JIS 桁のように小断面中空ＢＯＸを多数並べて一体化する構造である．この案においても，ウェブ厚が小さく PC 鋼材配置が外ケーブル方式となるため，①と同様に将来のメンテナンス時の作業空間の問題が浮上した．



図－4.3.2　小断面中空ボックス断面案

③ 下面解放断面（最終案）

最終的には小断面中空 BOX の下床版を排除し，図心位置を上方へ移動させ，なおかつ PC 鋼材の偏心量を大きくすることで，応力バランス面で理想的かつ，万が一の場合の将来メンテナンスも可能な構造に到達した．



図－4.3.3　下面解放断面

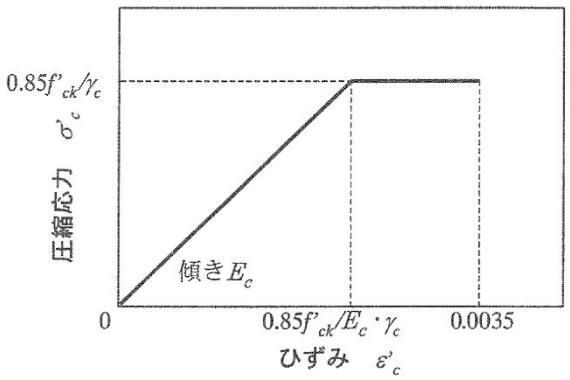
4.4　ＵＦＣを使った梁構造の曲げ耐力特性

4.4.1　曲げ耐力算定上の基本事項

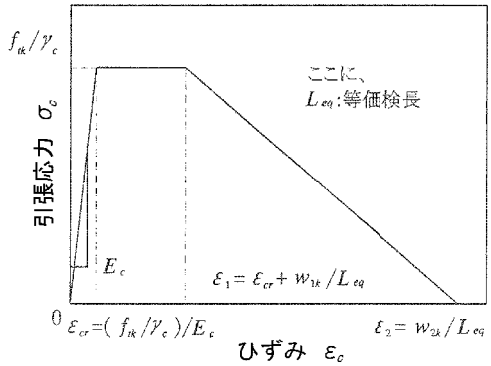
従来の鉄筋コンクリート，プレストレストコンクリート構造と UFC との，曲げ耐力算定上の大きな違いは，次のとおりである．

・鉄筋コンクリート，プレストレストコンクリート構造
　コンクリートの引張強度は無視する．（期待しない．）
・UFC
　繊維補強されたコンクリート（セメント質複合部材）の引張抵抗を考慮する．

超高強度繊維補強コンクリートの設計施工指針(案）に示されている UFC の圧縮応力および引張応力ーひずみ曲線を以下に示す．



図－4.4.1　UFC の圧縮応力ーひずみ曲線

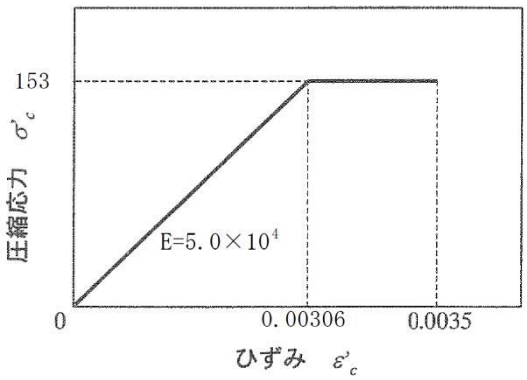


図－4.4.2　UFC の引張応力ーひずみ曲線

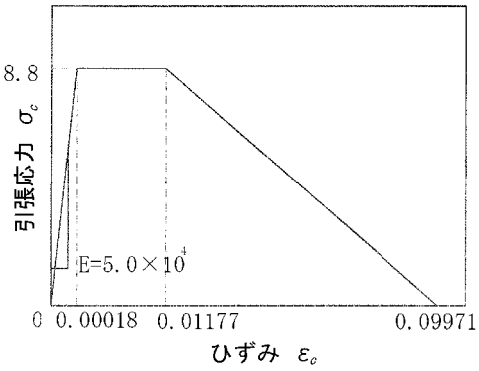
ここで

f'_{ck}	：UFC の圧縮強度の特性値	= 180 N/mm²
f_{tk}	：UFC の引張強度の特性値	= 8.8 N/mm²
E_c	：UFC のヤング係数	= 5.0×10⁴ N/mm²
γ_c	：コンクリートの材料係数	= 1.0
w_{1k}	：引張軟化曲線において，ひびわれ発生後，一定応力を保持できる開口変位	= 0.5 mm
w_{2k}	：引張軟化曲線において，ひびわれ発生後，引張応力が 0 となる開口変位	= 4.3 mm
L_{ed}	：ひびわれの間隔に相当する等価検長（断面の高さ，断面形状により異なる）（詳細は超高強度繊維補強コンクリートの設計施工指針(案）を参照）	

今回の試設計では，道路橋示方書・同解説に準じることとし，終局荷重作用時の荷重の組合せに用いられる係数に，材料係数，部材係数，作用係数等が加味されていると考えられる．このため，コンクリート材料係数は　$\gamma_c = 1.0$ とする．試設計で実際に用いる圧縮応力および引張応力ーひずみ曲線を求めると以下のとおりである．



図－4.4.3　UFC の圧縮応力ーひずみ曲線



図－4.4.4　UFC の引張応力ーひずみ曲線

終局荷重作用時の破壊抵抗曲げモーメントの算出は，上記の UFC の圧縮応力および引張応力ーひずみ曲線を用い，さらに鉄筋コンクリート，プレストレストコンクリート構造と同様に以下の仮定を採用する．

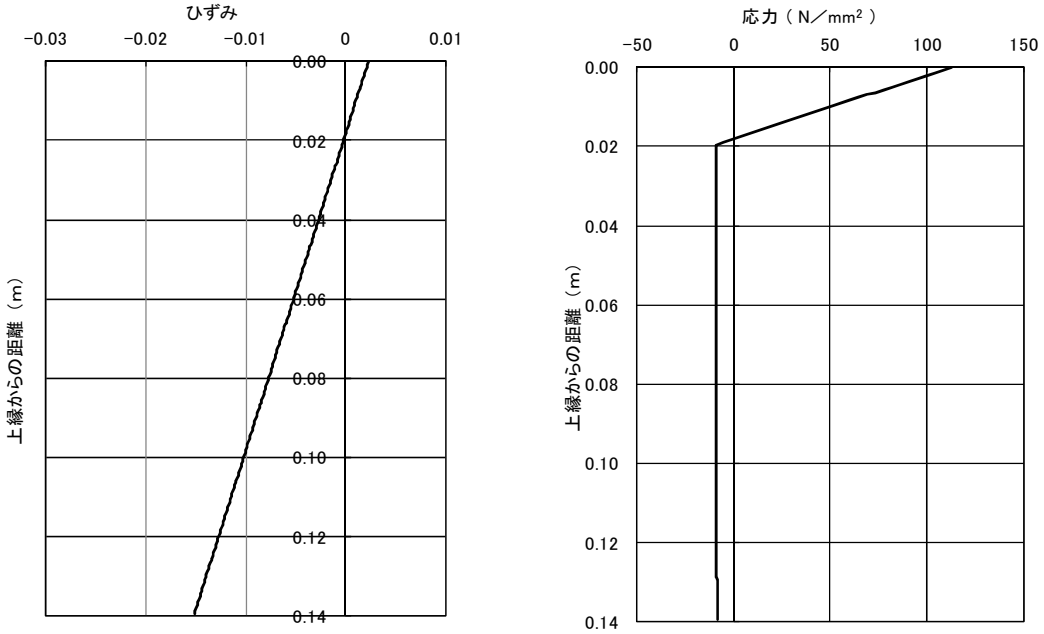
・ひずみは断面の中立軸からの距離に比例する．
・鋼材の応力ーひずみ曲線は，コンクリート標準示方書，道路橋示方書・同解説に準ずる

4.4.2　ＵＦＣ床版の曲げ耐力算定手法

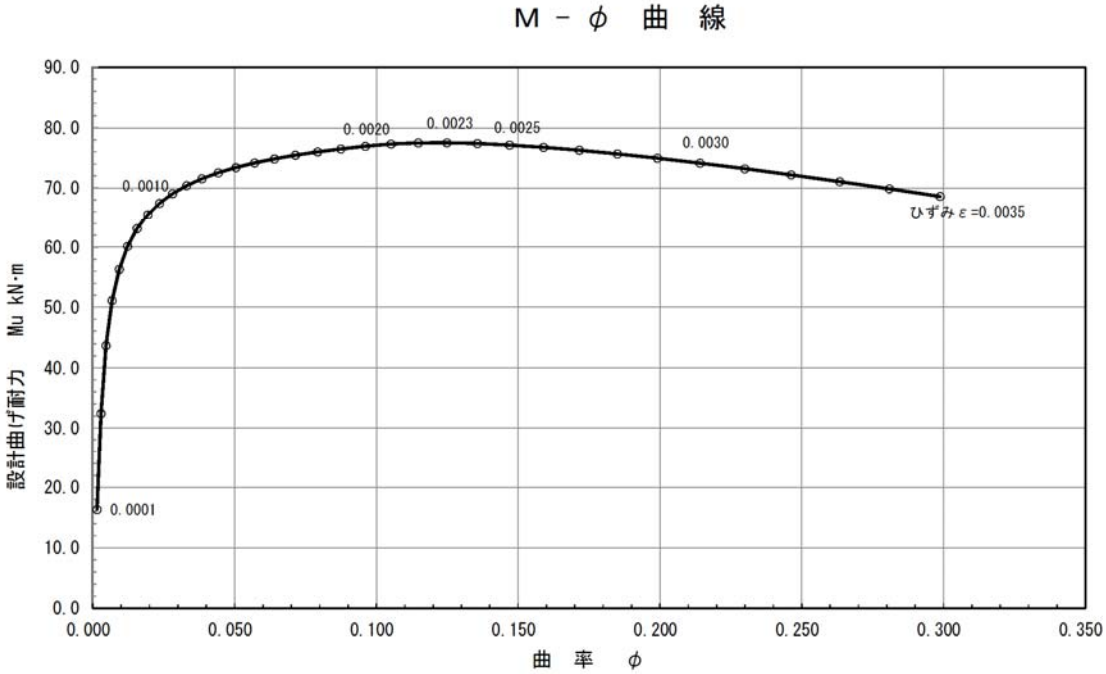
試設計に示す UFC の断面形状（図－4.3.3 参照）の場合，床版には橋軸直角方向に鉄筋や PC 鋼材が配置されない構造となる．従って，引張抵抗は繊維補強コンクリート自体の抵抗力のみに期待することとなる．

図－4.4.5 に，破壊抵抗曲げモーメントを算定した際の，UFC のひずみ分布および応力度分布の結果を，図－4.4.6 に M－φ曲線を示す．

M－φ曲線からわかるように，曲げ曲率の増大に伴い，あるところで曲げ耐力がピークを迎え，それ以降は減少する．このピーク値を，終局曲げ耐力とした．



図－4.4.5　ひずみ及び応力分布図（鋼材なし，コンクリートの最大圧縮ひずみ ε = 0.0023）



図－4.4.6　床版の M－φ曲線

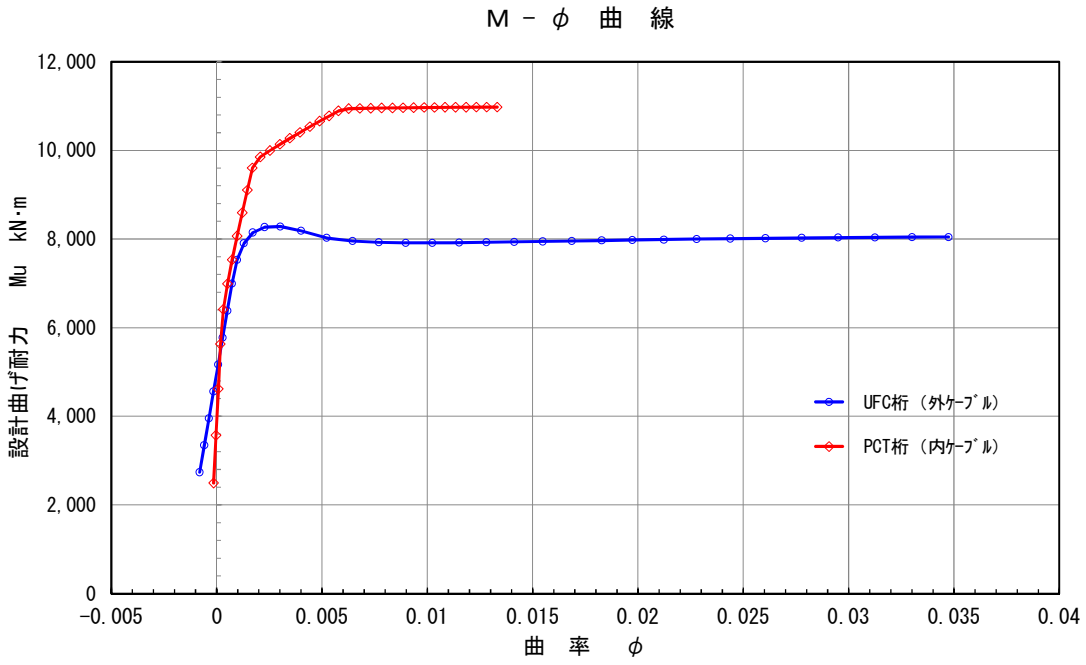
4.4.3　全体系（橋軸方向）の曲げ耐力特性

桁全体系の曲げ耐力を算定する際には，UFC 自体の引張抵抗に加えて，PC 鋼材の引張抵抗を考慮することができる．図－4.4.7 に，橋軸直角方向幅 1m当りの M－φ曲線を示す．

同じ 40m スパンの単純桁でも，従来の T 桁と UFC 橋では M－φ曲線が大きく異なる．そこで，4.6 に示す従来の PCT 桁についても M－φ曲線を算定し，同じグラフ上に比較のために示した．

コンクリートの縁ひずみが同じ値であっても，桁高が異なれば曲率φは異なるため，桁高 1.3m の UFC 桁と 2.2m の PCT 桁を単純には比較できない．このことを差し引いても，靭性の面でも UFC 桁が極めて優れていることがグラフから読み取れる．また，UFC 桁の設計曲げ耐力は本ケースにおいてはφ= 0.002 付近でピーク値を示した後一旦下がり，その後φの増加とともに僅かに上昇しながら，グラフ横方向に長く優れた靭性を示している．これは PC 鋼材が配置されていることに起因しており，前頁の床版の M－φ特性とは挙動が異なる．

なお桁としての保有曲げ耐力は，ピーク値を採用することが妥当と考えた．



図－4.4.7　UFC 桁と PCT 桁の M－φ曲線比較

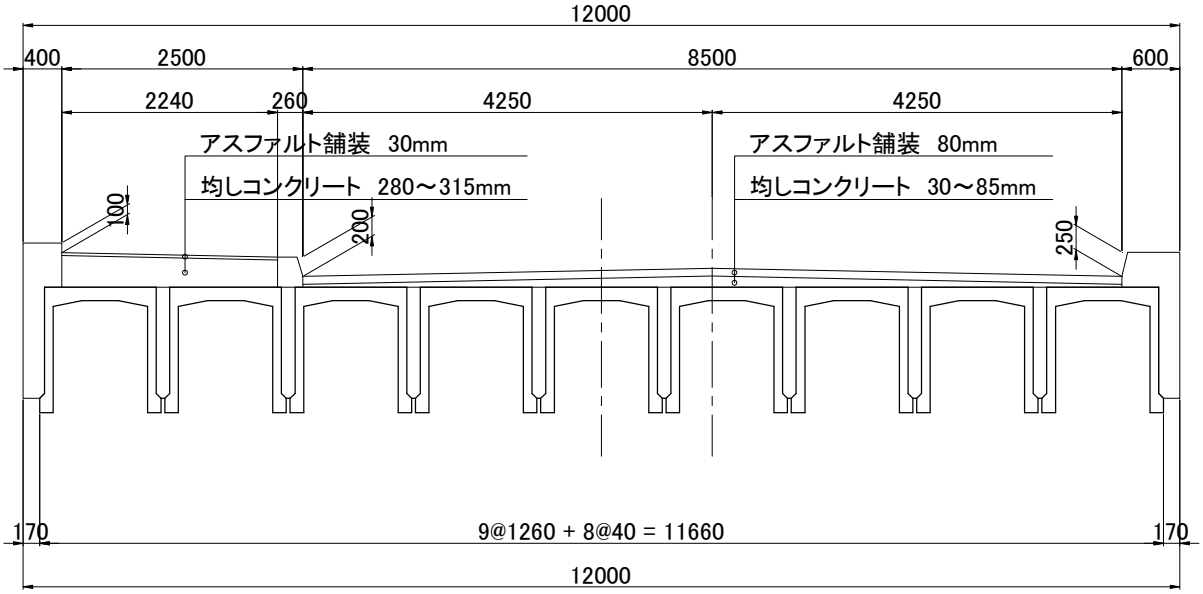
4.5　ＵＦＣ橋梁試設計

本項では，4.4 までに述べた UFC の特性を反映した橋梁試設計の結果を示す．
なお，試設計の結果は床版および橋梁主方向の曲げに対してのみ提示する．

4.5.1　設計概要

(1) 設計条件

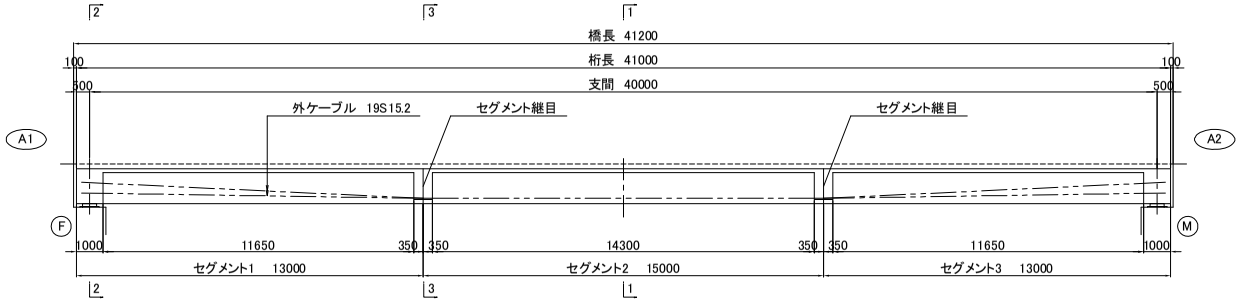
橋　　種　：　プレストレストコンクリート橋
道路規格　：　第 3 種第 3 級＋片歩道
構造形式　：　ポストテンション方式 PC 単純桁橋（セグメント工法）
橋　　長　：　41.200m
桁　　長　：　41.000m
支 間 長　：　40.000m
総 幅 員　：　12.000m
有効幅員　：　8.500m（車道）＋2.500m（歩道）
主桁本数　：　8 本
活 荷 重　：　B 活荷重および群集荷重
断面形状および主桁配置は，図－4.5.1 を参照



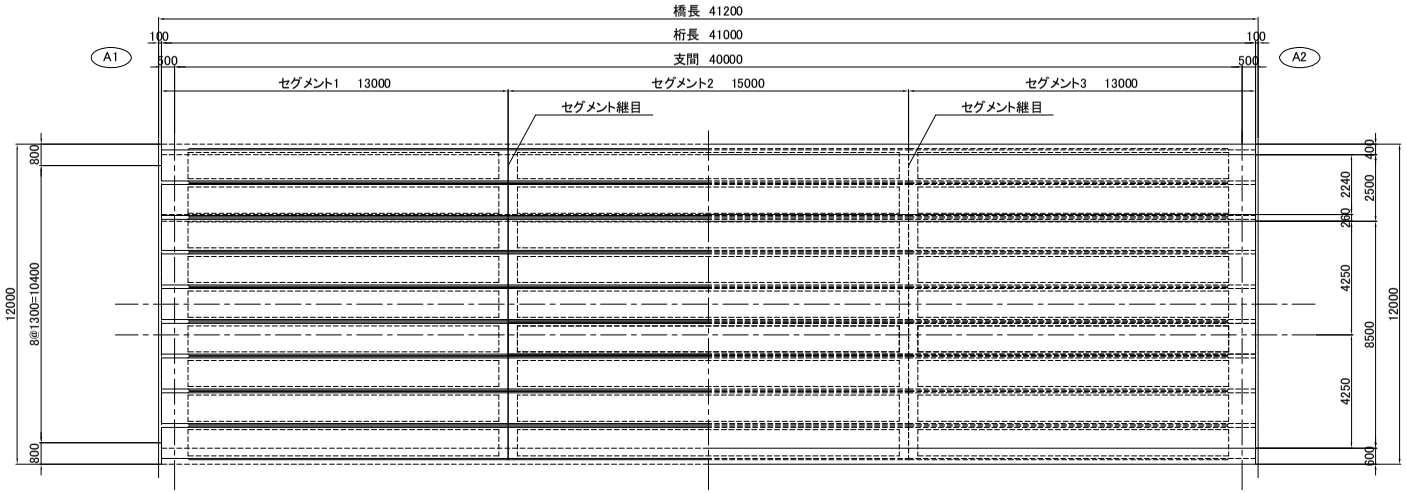
図－4.5.1　断面形状および主桁配置

(2) 構造一般図

側 面 図　S = 1: 200

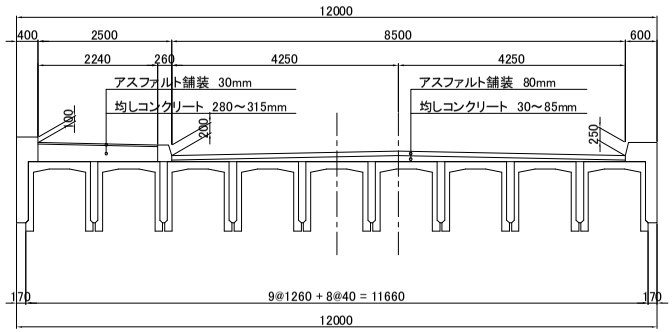


平 面 図　S = 1: 200

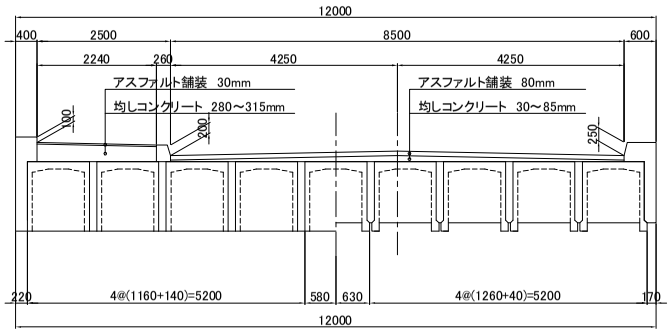


断 面 図　S = 1: 100

1 − 1



2 − 2　　3 − 3

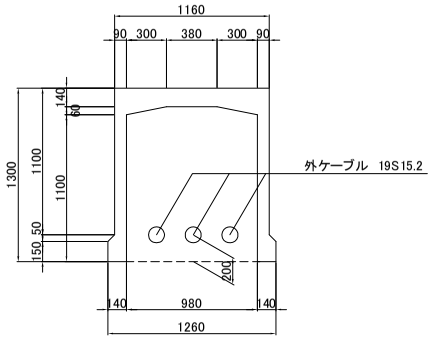


設計条件

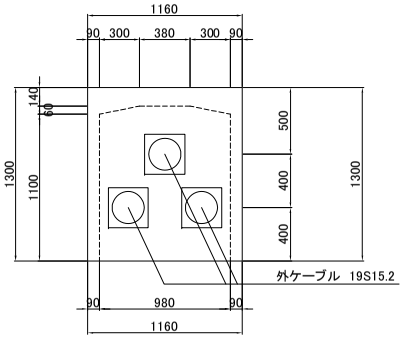
構造形式	ポストテンション方式PC単純桁橋
橋　長	41.200 m
桁　長	41.000 m
支間長	40.000 m
有効幅員	11.0m（車道8.5m + 歩道2.5m）
活荷重	B活荷重
雪荷重	1.0 kN/m²
主桁コンクリート	σ_{ck} = 180 N/mm²（超高強度コンクリート）
PC鋼材	19T15.2 （SWPR7BL）

主桁断面図　S = 1:40

標準部



桁端部



(3) 材料強度および許容応力度

1) UFC（超高強度繊維補強コンクリート）

基本的な材料特性は，超高強度繊維補強コンクリートの設計施工指針(案）による．

セグメント継目部の過載荷荷重時の制限値は，道路橋示方書による．

（単位：N/mm^2）

項目		主桁
設計基準強度		180
プレストレス導入時の圧縮強度		180
許容曲げ圧縮応力度	プレストレス導入直後	108
	設計荷重時	108
	床版設計時	60
許容曲げ引張応力度	プレストレス導入直後	-8.0
	全死荷重時	0.0
	設計荷重時	-8.0
	床版設計時	-8.0
セグメント継目部	導入直後	0.0
	設計荷重時	0.0
	過載荷荷重時	-3.0

2) PC 鋼材

PC 鋼材は,将来のメンテナンスおよび桁重量の低減を図るため,外ケーブル方式を用いる.

（単位：N/mm^2）

項目		外ケーブル
PC鋼材種類		19S15.2B
PC鋼材材質		SWPR7BL
引張強度		1850
降伏点応力度		1600
許容引張応力度	緊張作業時	1440
	プレストレス導入直後	1295
	設計荷重時	1110

4.5.2　床版の設計

(1) 概要

本設計は道路橋を対象としているため，下記の条件について検討を行う．

①死荷重時　：　発生断面力に対する応力検討

②設計荷重時　：　発生断面力に対する応力検討

③終局荷重時　：　発生断面力に対する床版耐力照査

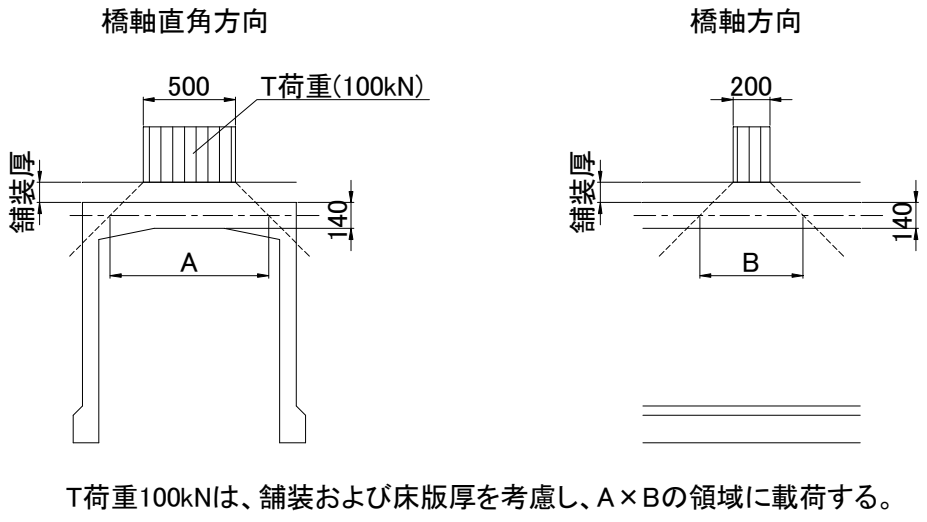
(2) 発生断面力

床版支間部（版厚 140mm）と床版支点部（版厚 200mm）における発生断面力を示す．

活荷重による断面力は，図－4.5.2 のように舗装および床版厚を考慮して算出する．

（単位：kNm）

	床版（支間）	床版（支点）
床版厚	140mm	200mm
自重	0.140	-0.280
舗装	0.140	-0.280
死荷重合計	0.280	-0.560
活荷重	11.569	-23.138
設計時合計	11.849	-23.698



図－4.5.2　床版への輪荷重載荷

(3) 曲げ応力度

死荷重時および設計荷重時断面力に対し，床版の断面係数を用いて曲げ応力度を算出する．

床版の曲げ応力度は，許容値内に収まっている．

（単位：N/mm^2）

条件	支間		支点		
	上縁	下縁	上縁	下縁	
死荷重時	0.09	-0.09	-0.08	0.08	-8.0＜σa＜60
設計荷重時	3.54	-3.54	-3.47	3.47	-8.0＜σa＜60

(4) 曲げ破壊耐力

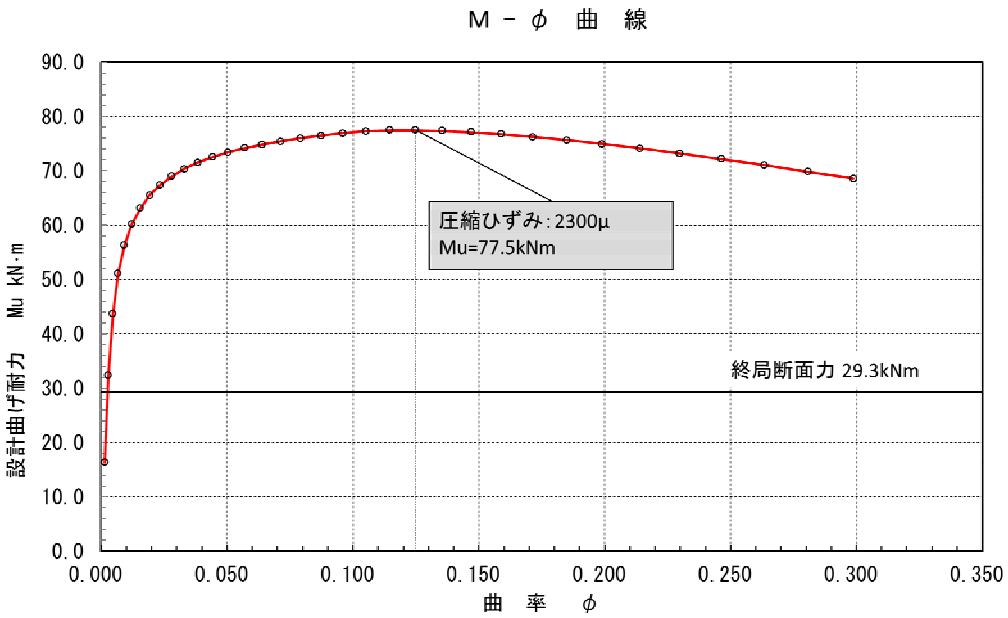
発生断面力から終局時の断面力を算出し，床版の曲げ耐力と比較する．曲げ耐力は，超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)に基づいて算出する．

床版は，終局時断面力に対して十分な耐力を有している．

なお，図－4.5.3 は，床版支間部における曲率と曲げモーメントを曲線で結んだものである．

（単位：kNm）

	床版（支間）	床版（支点）
終局時断面力	29.287	-58.573
床版曲げ耐力	77.5	-153.8
安全度	2.646	2.626
判定	OK	OK



図－4.5.3　床版支間部の M－φ 曲線

4.5.3 主桁の設計

(1) 概要

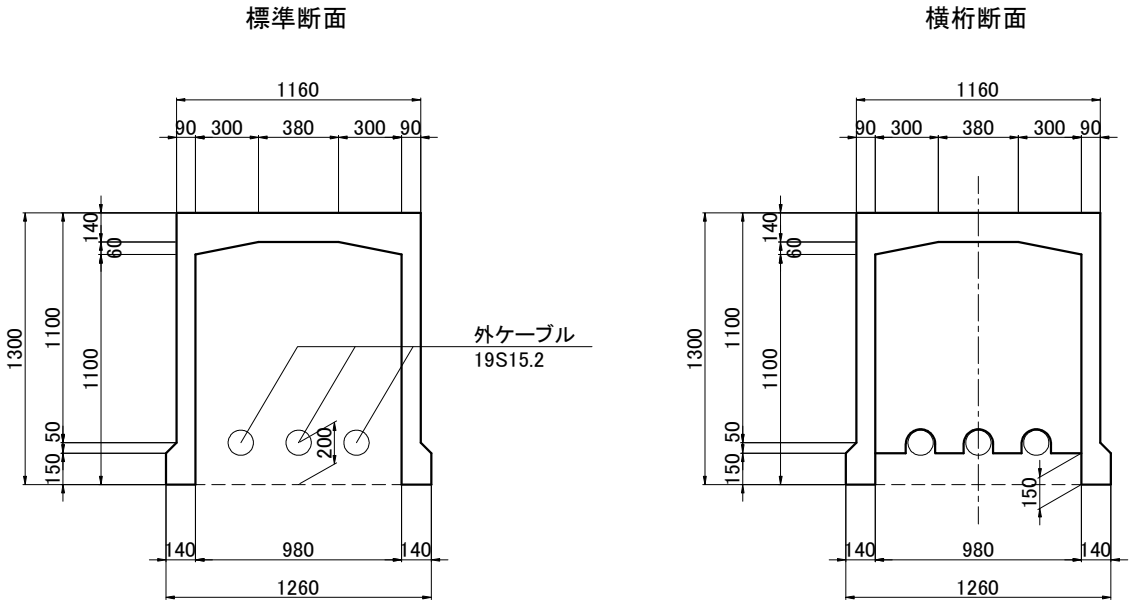
橋体完成前に作用する荷重（主桁自重，横桁自重，桁間コンクリート）は，一本梁単純桁構造として，断面力を算出する．

橋体完成後に作用する荷重（橋面荷重，活荷重）は，ギヨン・マソネーの直角異方性版理論に基づき，断面力を算出する．

セグメント継目部および支間中央について，プレストレス導入時，全死荷重時，設計荷重時の断面力を，セグメント継目部については，設計荷重を超える大きな活荷重が作用した場合を想定し，活荷重による断面力を 1.7 倍した時の応力状態も確認する．

発生断面力から終局時断面力を算出し，主桁の曲げ耐力と比較する．曲げ耐力の算出方法は，床版と同様に，曲げ耐力は超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)に基づく．

桁の断面剛性が通常のコンクリート橋と比べて小さくなるため，活荷重によるたわみについても検討する．制限値は鋼橋に準じ，支間の 1 / 500 以下とする．



図－4.5.4　主桁断面形状

(2) 発生断面力

各荷重条件における支間中央付近の曲げモーメントは，下表のとおりである．

（単位：kNm）

項目	曲げモーメント
自重	2286.4
間詰め	729.1
橋面	1659.3
活荷重	1609.0
死荷重時合計	4674.8
設計荷重時合計	6283.9

(3) 主桁応力度

プレストレス導入直後，全死荷重時，設計荷重時の主桁応力度は，下表のとおりである．

継目部および支間中央において，応力状態は許容値内に収まっている．

（単位：N/mm^2）

条件	継目部		支間中央		許容値
	上縁	下縁	上縁	下縁	
導入直後	0.42	54.70	1.96	52.68	-8.0(継目0.0)＜σa＜108
死荷重時	13.06	27.22	16.36	22.72	0.0＜σa＜108
設計荷重時	21.70	12.48	26.41	5.57	-8.0(継目0.0)＜σa＜108
過載荷荷重時	26.89	3.62	－	－	-3.0＜σa＜108、継目部のみ

(4) 主桁のたわみ

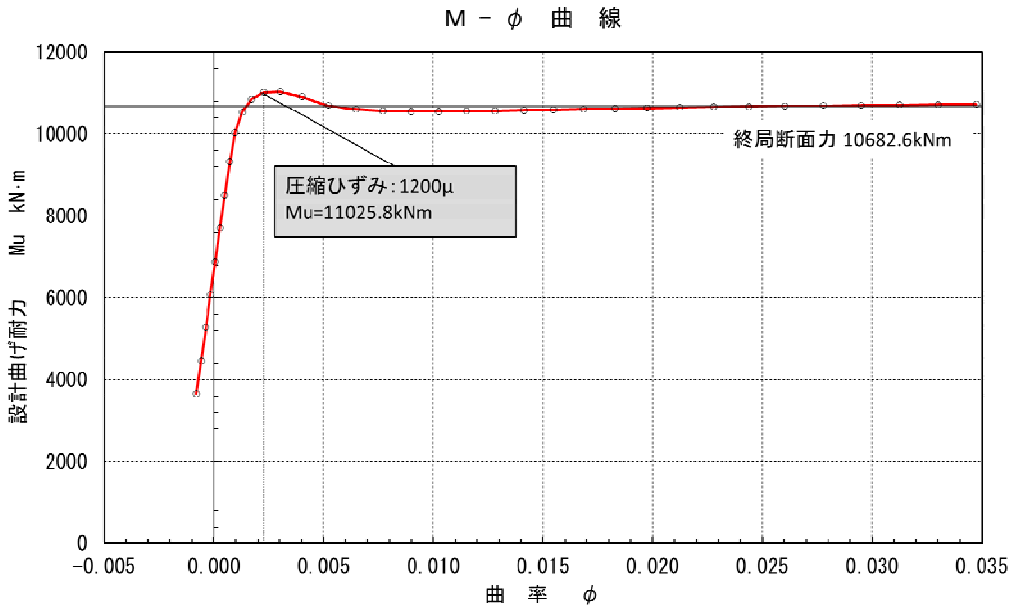
活荷重による主桁の最大たわみは 61.4mm である．これは，支間長 40.0m の 1 / 650 程度であり，制限値 1 / 500 以下を満足している．

(5) 主桁曲げ耐力

主桁の曲げ耐力は，床版と同様に超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)に基づいて算出する．前項の結果および図－4.5.5 に示す M－φ曲線より，主桁は終局時断面力に対して十分な耐力を有するといえる．

（単位：kNm）

検討位置	支間中央
終局時断面力	10682.6
桁曲げ耐力	11025.8
安全度	1.032
判定	OK



図－4.5.5　支間中央における主桁の M－φ曲線

4.6　ＵＦＣ以外の構造案

UFC 橋との比較検討を行う他の構造を紹介する.

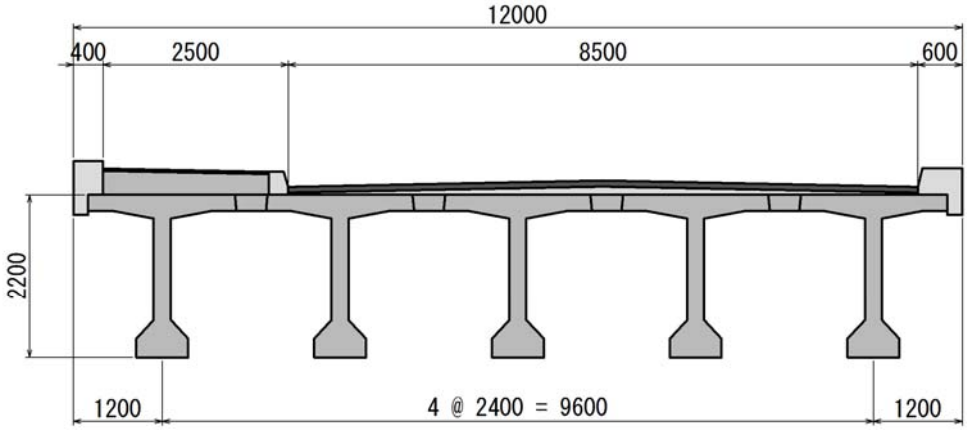
4.6.1 コンクリート橋案

支間長 40m 程度の PC コンクリート橋で一般的な形式としてポステン T 桁を抽出する．以下の特徴を有する.

・経済的な形式である.

・桁高は支間長/18 程度となるため，UFC 橋と比較して構造高が高くなる.

・下部工反力が若干 UFC 橋と比較して重くなる.



図－4.6.1　コンクリート橋案断面図

4.6.2　鋼橋案

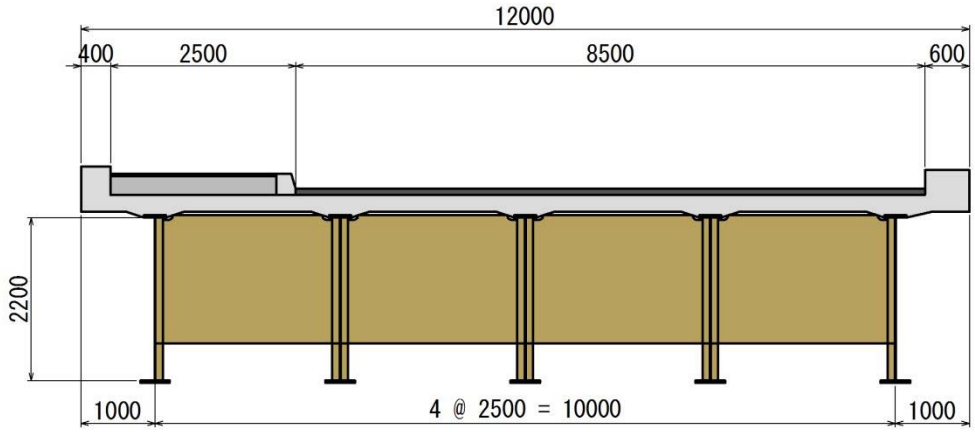
(1) 鋼鈑桁案

支間長 40m 程度の鋼橋で一般的な形式として鋼鈑桁橋（RC 床板）を抽出する．以下の特徴を有する．

・経済的な形式である．

・桁高は支間長/18 程度となるため，UFC 橋比較して構造高が高くなる．

・鋼橋案のため，コンクリート橋案と比べて下部工反力が軽い．



図－4.6.2　鋼鈑桁案断面図

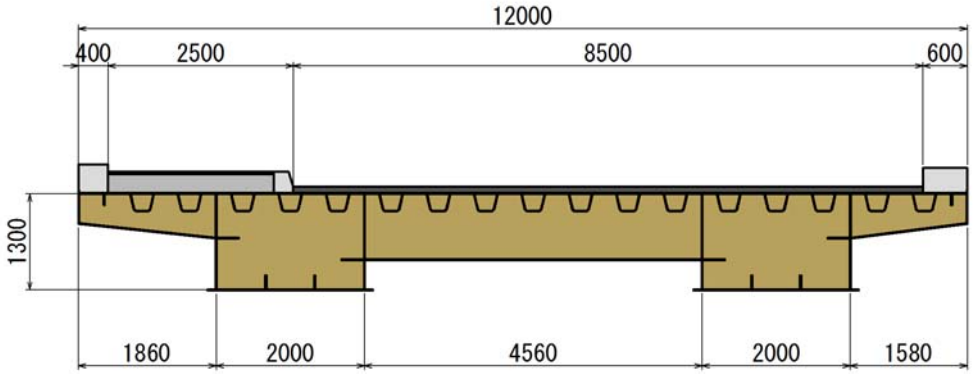
(2) 鋼床版案

構造高を低く抑える場合に有効な鋼橋案．以下の特徴を有する．

・経済性では最も劣る．

・桁高は箱桁内での作業（塗装，溶接等）が可能な最低値として，1300mm 程度となる．

・床版も鋼構造のため，下部工反力は最も小さくなる．



図－4.6.3　鋼床版案断面図

4.6.3　コスト比較

UFC 案，ポステン T 桁案，鋼鈑桁案，鋼床板箱桁案，について下部構造を含めたコスト比較を行う．

また，将来の維持管理（鋼橋案の塗装塗り替え）を含めたライフサイクルコスト（LCC）の比較も行う．

次ページに比較一覧表を示す．

■維持管理費について

維持管理費として，鋼橋案の塗装塗替費を計上する．

・伸縮装置や舗装など，共通の維持管理費についてはここでは考慮しない．

・RC 床版については，耐用年数 100 年と考え，維持管理費は考慮しない．

・塗装塗替え回数は，橋梁の耐用年数を 100 年として設定する．

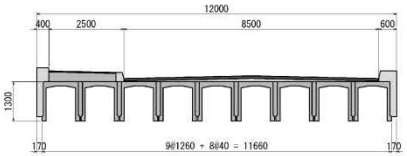
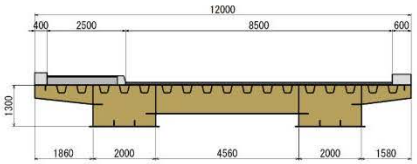
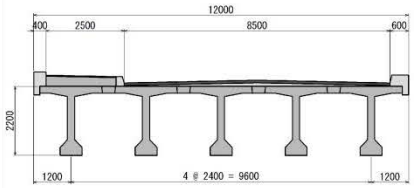
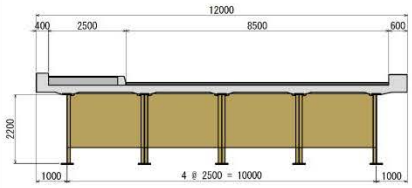
C－5 塗装系（ふっ素樹脂塗料）の耐用年数

◎厳しい環境（海岸部）：30 年　⇒　100 年 LCC で塗装塗替を 3 回計上

（一般環境　（山間部）：60 年　⇒　100 年 LCC で塗装塗替を 1 回計上）

【鋼橋の Q&A（ライフサイクルコスト編）：社団法人日本橋梁建設協会　より】

UFC桁橋とその他形式の比較

		桁高抑制が条件となる案		一般的な選定形式案	
		■ＵＦＣ桁橋	■鋼床版箱桁橋	■ポステンＴ桁橋	■鋼鈑桁橋（RC床版）
断面図					
構造概要		UFCを用いて桁高を抑えた形式	鋼床版を用いて桁高を抑えた形式	支間40mのコンクリート橋（PC）として一般的な形式	支間長40mの鋼橋として一般的な形式
桁　　高		1300mm（H＝支間長／31）	1300mm（箱桁内での作業が可能な最低値）	2200mm（H＝支間長／18）	2200mm　(H=支間長／18)
床　　版		ＰＣ床版 140mm	鋼床版デッキプレート 16mm	ＰＣ床版 220mm	鉄筋コンクリート床版 230mm
活荷重たわみ		61.4mm（1/651）	76mm　(1/526)	19.1mm（1/2094）	52mm　(1/769)
下部工反力（橋台1基あたり）		4500(D) + 1400（L）　= 5900 kN	1790（D）＋1400（L）=3190 kN	4800(D) + 1400（L）　= 6200 kN	2970（D）＋1400（L）=4370 kN
概算鋼重		----------	186t（0.38t/m2）	----------	119t（0.24t/m^2）
概算塗装面積		----------	2600m^2（14m^2/t）外面60%内面40%	----------	1800m^2（15m^2/t）
施工方法		■1組の架設桁を設置。自走台車および桁吊台車により、桁を 移動および架設。（吊り能力80tを想定）	■支間中央にベントを設置。両橋台背面に設置したクレーンにて架設。（160～200t吊トラッククレーンを想定）	■2組の架設桁を設置。自走台車および桁吊台車により、桁を 移動および架設。（吊り能力160tを想定）	■支間中央にベントを設置。両橋台背面に設置したクレーンにて架設。（100～160t吊トラッククレーンを想定）
初期費用	上部工	248,000　千円　(504 千円/m2)	179,000　千円　(364 千円/m2)	144,000　千円　(293 千円/m2)	137,000　千円　(278 千円/m2)
	下部工※	41,000　千円	39,000　千円	38,000　千円	37,000　千円
	小計	289,000　千円　(1.661)	218,000　千円　(1.253)	182,000　千円　(1.046)	174,000　千円　(1.000)
維持費用	塗装	----------	1回/30年(計3回)　87,000　千円　塗装:17千円/m2 足場:5千円/m2	----------	1回/30年(計3回)　99,000　千円　塗装:17千円/m2 足場:5千円/m2
LCC		289,000　千円　(1.588)	305,000　千円　(1.676)	182,000　千円　(1.000)	273,000　千円　(1.500)
備考		■ＵＦＣ橋梁は初期コストこそ鋼橋に比べ高価であるが、将来塗装の不要と維持管理費が少ないため有益な案である　■ただし、橋梁前後に交差点があるなどのＦＨ改良が困難な場合は適用不可となる			

※既設橋梁の路面高FHを変更しないことを条件としていることから、桁高の低いUFC橋および鋼床版橋は下部工躯体のコンクリートボリュームが増加するため工事費が高くなる。

5.　ＵＦＣの特性を徹底利用した設計例

(1)概説

橋梁設計において，UFC という新しい材料特性を，これまでの実績以上に徹底的に利用しようとした場合，局所的な応力問題やひび割れ幅制限の設定方法，製作コストの問題等，様々な課題に直面する．一方，未解決課題を回避するために UFC 橋梁でありながら従来コンクリート橋の既成概念に拘束されることは，発展性を阻害する要因になりかねない．

本章では，細かい課題には目を瞑り，UFC 特性を最大限活かした試設計例を紹介する．

繰り返しになるが，本橋を実現化するための設計には解決すべき課題が多くあるが，UFC の可能性を楽しむ感覚でパースを眺めていただきたい．

(2)今回の構造に至った経緯

北海道土木技術会の委員会活動であることから，雪国特有の現実問題を直視し，四季を通じての快適な利用を念頭においた歩道橋にて新しい構造を提案できないかを模索した．

河川公園に架かる横断橋（支間 80m）をイメージすることに決め，ダブルデッキを採用することで，夏場は上段を主にサイクリング，下段を主に歩行者とした．歩行者と自転車を分けることにより安全性を確保し，双方が快適に利用できる効果を狙っている．また，冬場は主に下段を利用することで，除雪作業を最小限に留めることが可能となる．

歩行者にとって，下段の密閉された箱桁断面内の歩行は，恐怖心や圧迫感を覚えることにつながる．そこで，トラス構造を採用することで明るく開放的な空間を実現した．

従来のコンクリートトラス橋においては，引張斜材を PC 鋼材等で緊結することにより，引張応力の発生を抑制していたが，トラス材の接合部や PC 定着部が超長期的には弱点となる可能性がある．一方，UFC を利用したトラス橋では，UFC 材料の引張強度（ひび割れ発生強度 8N/mm^2）に期待し，上下床版とウェブを一体打設することで PC 鋼材や鉄筋による補強を排除した．

なお，ダブルデッキトラス橋は桁高 3m 一定でも構造的に可能と考えていたが，視覚面でのインパクトを狙い，あえて片側のみ桁高を変化させている．現実的にはプレキャストブロックの輸送に難題が残るが，ここでは河川上を台船で運搬できるものと割り切らせていただいた．

(3)図面およびパース

次頁以降にイメージパース及び，一般図を示す．

図－5.1　全景

図－5.2　全景

図－5.3　鳥瞰

図－5.4　右岸側河川敷からの眺望

図－5.5　左岸側河川敷からの眺望

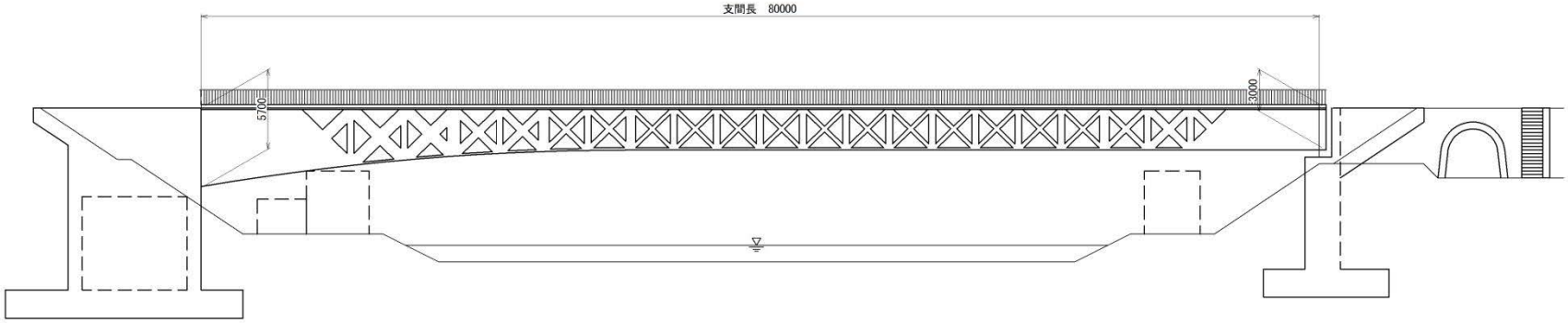
図－5.6　河川敷からの眺め

図－5.7　上段（自転車道）

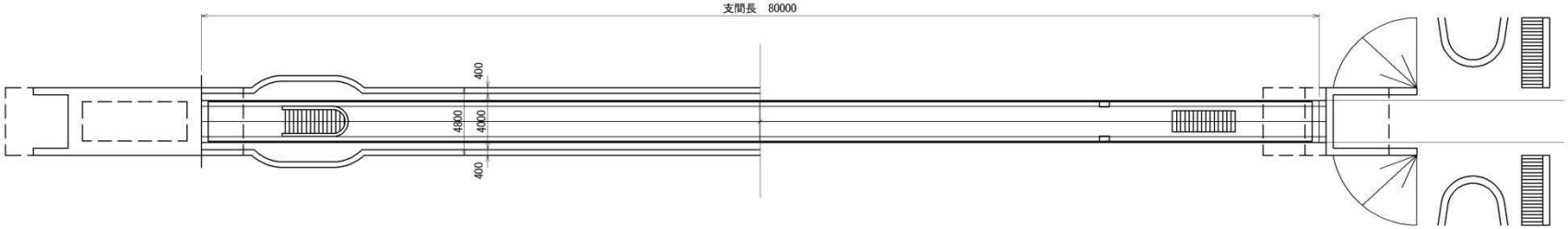
図－5.8　上段正面

図－5.9　桁内部（歩行者空間）

側 面 図　S=1:600

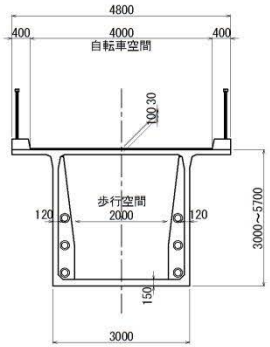


平 面 図　S=1:600

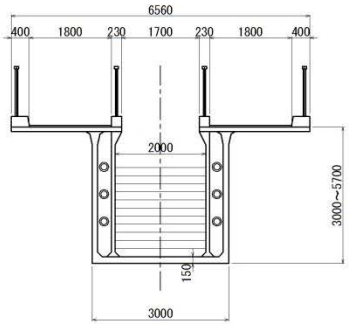


上部工断面図　S=1:200

支間中央（標準部）



階段部



構造諸元		
支間長		80.000m
総幅員		4.800m～6.560m
有効幅員	上段	4.000m（主に自転車道）
	下段	2.000m（主に歩行者道）
設計荷重		上下段とも活荷重満載
上部工	桁高	3.000m～5.700m
	上床版厚	100mm
	下床版厚	150mm
	ウェブ厚	120mm

6. 今後の展望

超高強度繊維補強コンクリート（UFC）は，従来のコンクリートを大幅に上回る高強度と高耐久性を持つ材料として 1999 年に我が国に導入された．これ以降，その設計法や施工法が検討され，2004 年に土木学会から設計・施工指針案が刊行されている．国内で，現在 UFC と称される材料は，配合条件や養生条件の異なる 3 タイプのものがあり，本格的な適用に向けた土台は整ったと言える．事実，酒田みらい橋への本格的な適用を皮切りにこれまで 20 橋程度の橋梁（歩道橋が多い），東京国際空港 D 滑走路着陸帯の床版等に適用されている．しかし，このようにいくつかのプロジェクトにおいて実績はあるものの，構造物本体に本格的に適用されたものは少なく，パーツや部品としての部分的な利用に留まっていると言える状況である．

その理由は何であろうか．それを考えることで，今後の UFC のさらなる適用につながることが期待できる．私見ではあるが，いくつかの理由を述べてみたい．その一つは，設計照査の体系が UFC の特性を十分に活かせるようになっていないと思われることにある．前述の土木学会指針は，UFC を対象として初めて制定されたものであるため，保守的な照査の体系になっている可能性がある．たとえば，UFC 部材には使用状態下においてひび割れの発生が許容されていない．UFC の圧縮強度は 180 N/mm^2 程度以上であるのに対し，引張強度は 10 N/mm^2 程度である．そのため，ひび割れの発生を許容しないようにすると，曲げ部材では圧縮応力に対して相当余裕のある断面とならざるを得ない．

ひび割れの発生を許容しようとすると，ひび割れの安定性とひび割れ後の耐久性についてあらかじめ十分に検討しておく必要がある．ひび割れの安定性とは，引張クリープ性状に関すること，つまり持続荷重下でひび割れがどの程度進展するのかということである．一方，耐久性については，ひび割れを通して劣化因子が UFC 内部に侵入することで，セメントマトリックスの劣化や鋼繊維の腐食が懸念されることへの対応である．前者は通常の環境下ではほぼ問題ないと思われるが，後者は腐食による UFC の性能低下についての知見の蓄積が求められる．最近の研究によると，2 年間の暴露試験結果に基づいて，50 年を超えるような長期の引張軟化特性（エネルギー吸収能力とも言える）を外挿して推測すると，ひび割れ幅が 0.1 mm 程度以下に制御できれば，UFC の引張性能はおおむね確保されているとされている．現状では，設計で許容されていないにも関わらず，UFC は自己収縮等が大きいために，微細なひび割れが入っていることが多いと聞くし，過大な荷重作用によってひび割れが発生することもある．このようなことへの対応からも，ひび割れ発生後の UFC の性能について検証が必要であり，そのことで適用が拡大できる可能性がある．

次の視点は，サステナビリティの視点である．このことが支障になって適用が大きく阻害されているわけではないが，今後は真剣に向き合わなければいけない問題を含んでいる．人工的に建造された構造物はいずれ役割を終えて，撤去あるいは更新される．その際に，UFC のような大量の鋼短繊維で補強されたセメント複合体の廃棄およびリサイクルが容易かどうかは重大な関心事項である．通常の繊維補強コンクリートでは廃棄・リサイクルに対する目処がつきつつあるが，UFC のような高強度セメントマトリックスで同様の技術が適用できるかどうか定かではない．持続可能な社会の構築のために，UFC のサステナビリティ指標による評価が待たれるところである．

最後の視点は，コストである．世の中に「安くて良いもの」は存在せず，原則的に良いものは高く，そうでないものは安い．つまり，優れた性能を有する「良い」材料である UFC は高価である．また，材料費のみならず，工場製プレキャスト部材の使用を基本としているために，運搬・架設の費用が嵩む傾向にある．さらには，ロイヤリティの問題や，品質管理に要するコストも見逃せない．最近は，初期の建設費のみならず，供用中の維持管理に要する費用も含めた費用，つまりライフサイクルコストを評価することも行われ始めてきているが，大概の建設事業においては，初期建設費によって工法の採択が決定されている．また，ライフサイクルコストでいくらか有利になることが示されたとして，初期建設費が通常のコンクリートの場合の 2 倍も 3 倍もかかるとなると，やはり事業採択される可能性は低い．これに対して，建設事業においてライフサイクル評価をさらに強固なものとして評価する施策を展開するか，UFC のコストを下げるしかない．ただし，ライフサイクルコストそのものは仮定の積み上げによる計算であり，50 年や 100 年も将来にわたるコストを示すにしては，現状では説得力も小さく，あまりにも危ういものであることに注意が必要である．

以上のことから考えると，本文において道路橋や歩道橋の試設計でも示したように，設計のより合理化を図るとともに，従来のコンクリートに置換される材料ではなく，鋼，プラスチック，有機系材料，あるいはさらに高性能の材料にとって代わる材料として使用することも検討に値する．そうすることによって新たな展開が期待できる可能性がある．一方，通常のコンクリートの代替として使用するようにするためには，UFC の性能を少し落としてコストの縮減は考えられないだろうか．性能を下げたものを UFC と呼べるかどうかは別として，80 あるいは 100 N/mm^2 を超える圧縮強度のコンクリートは高強度コンクリートと呼ばれ，既に多くの実績がある．応力－ひずみ曲線やいくつかの設計パラメータは異なるものの，通常のコンクリートの枠組みの中で設計・施工がなされている．UFC もこのような範疇に入る材料として取り扱えるようになれば，より適用の可能性が広がる可能性がある．その範疇の中で，性能上の優位性や差別化等を図れるような使い方を模索することができれば，より適用の場が広がる可能性もある．今後の UFC の研究開発の取組みも含めて，UFC のより積極的な適用に期待したい．

平成 26 年 11 月

超高強度繊維補強コンクリートに関する小委員会
副委員長　　横田　弘

北海道土木技術会コンクリート研究委員会資料　第 159 号

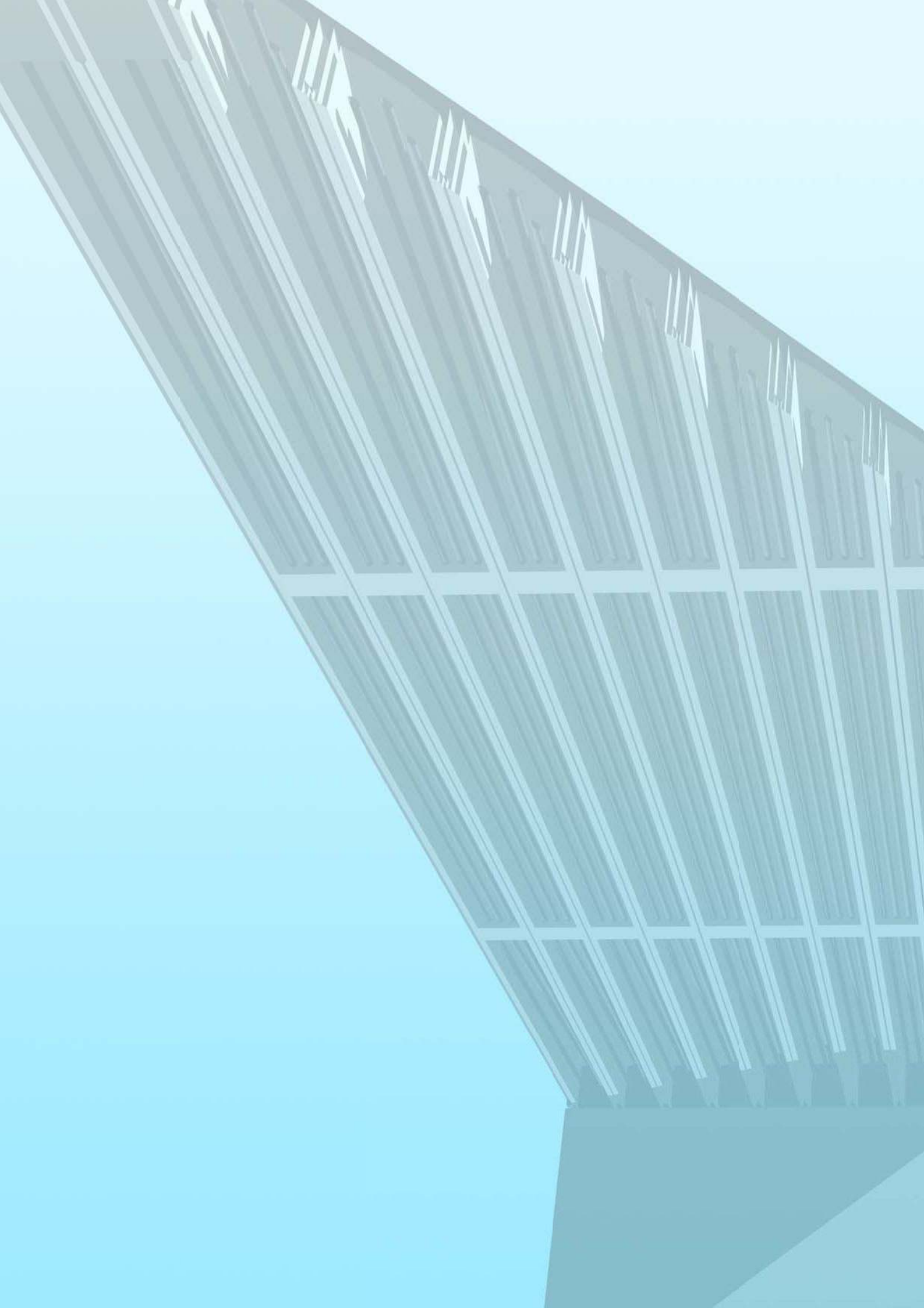
超高強度繊維補強コンクリートに関する小委員会　報告書

発行日　：　平成 26 年 11 月

編　著　：　北海道土木技術会コンクリート研究委員会
超高強度繊維補強コンクリートに関する小委員会

発　行　：　北海道土木技術会コンクリート研究委員会
ISBN 978-4-938676-59-9C3051

事務局　：　㈱ドーコン　構造部内
札幌市厚別区厚別中央 1 条 5 丁目 4-1　TEL(011)801-1540　FAX(011)801-1541

印　刷　：　㈱HRC 研究所

ご注意　：　当該出版物の内容を複写したり，他の出版物へ転載する場合には，
必ず北海道土木技術会コンクリート研究委員会の許可を得て下さい